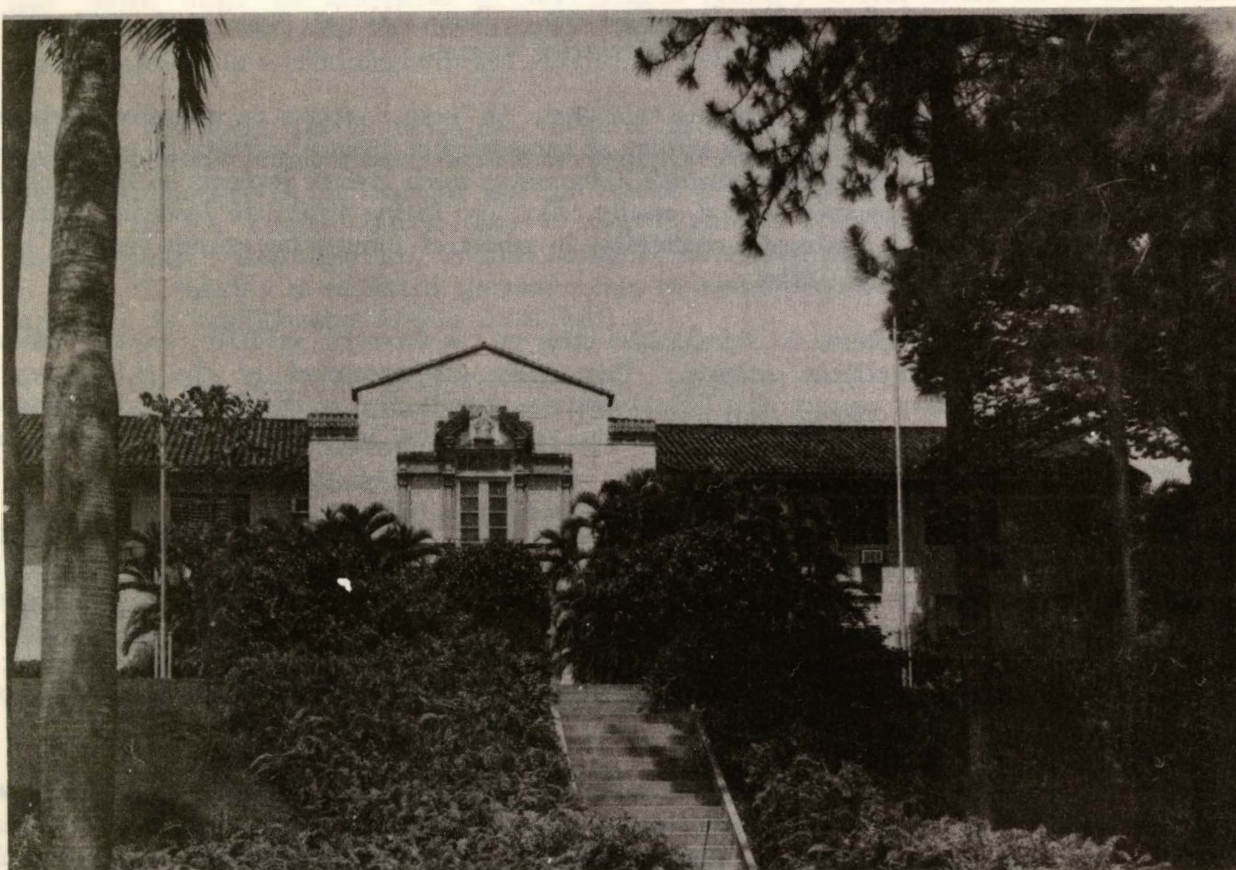


SD 11
A54
1985-86

ANNUAL LETTER

1985-86



INSTITUTE OF TROPICAL FORESTRY

RIO PIEDRAS, PUERTO RICO

SOUTHERN FOREST EXPERIMENT STATION

Southern Forest Experiment Station
Institute of Tropical Forestry
Call Box 25000
Rio Piedras, Puerto Rico 00928-2500
September 1986

Dear Friends:

This Annual Letter corresponds to the period of October 1, 1985, to September 30, 1986. One of our highlights this year was the conference on management of the forests of tropical America: prospects and technology. A report of the conference is included inside.

This summer we also welcomed at the Institute Dr. Ernesto Medina and Dr. Elvira Cuevas from the Venezuelan Institute of Scientific Investigations. They will be spending a year with us conducting research on the ecophysiology of plantation species.

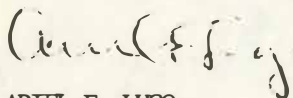
Two research areas received a new emphasis this year. We began a program on watershed management, one which will allow us to study the effects of harvesting of tropical forests on soil and water quality. This study was mandated by the U.S. Congress as was a greater emphasis on the efforts to save the Puerto Rican Parrot. As a result, Dr. Jan Kalina joined the Institute staff as a Wildlife Biologist and is already conducting a number of interesting studies reported in the wildlife section of the Annual Letter.

Institute staff also completed a comprehensive study on the forestry, wildlife, and environmental quality situation in Caribbean islands. This study was sponsored by the U.S. Agency for International Development as part of a U.S. Government contribution to the Caribbean Environmental Action Plan. Parts of this three-year study are reported in various sections of the Annual Letter.

Forest Service International activities in Puerto Rico were enhanced by the appointment of Dr. Loren Ford as Regional Forestry Advisor-Caribbean. Dr. Ford is a member of the staff of the Caribbean National Forest but he will work in close cooperation with Institute staff and programs. An example of this cooperation was his active participation in the Third Caribbean Foresters Workshop, an activity coordinated by the Institute but sponsored this year by the Government of France. The meeting took place in Guadeloupe and was dedicated to forest recreation management. Details of this meeting are given inside.

Tables 1-3 at the end of this Annual Letter summarize the activity of Institute scientists as well as our visitors during the year. They show an increase in activities and visitors over previous years. The number of cooperative forest research agreements with other institutions also continued to increase this year. We welcome researchers from other countries and the United States who are interested in conducting forestry research in Puerto Rican forests. But if all you want is to simply share research information with us, please keep in touch!

Sincerely,



ARIEL E. LUGO
Director and Project Leader

Estación Experimental Sureña
Instituto de Dasonomía Tropical
Call Box 25000
Río Piedras, Puerto Rico 00928-2500
septiembre 1986

Queridos amigos:

Esta carta anual corresponde al período del 1 de octubre de 1985 al 30 de septiembre de 1986. Uno de nuestros puntos sobresalientes este año fue la Conferencia en Manejo de Bosques en América Tropical; Prospectos y Tecnología. Incluimos en esta Carta Anual un informe de la Conferencia.

Este verano dimos la bienvenida al Dr. Ernesto Medina y la Dra. Elvira Cuevas del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Pasarán un año con nosotros llevando a cabo una investigación en la ecofisiología de las especies de plantación.

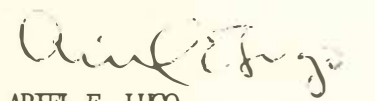
Este año dos áreas de investigación tuvieron un nuevo énfasis. Comenzamos un programa en el manejo de cuencas hidrográficas, el cual nos permitirá estudiar los efectos del aprovechamiento de bosques tropicales en la calidad de los suelos y del agua. Este estudio fue ordenado por el Congreso de los Estados Unidos como lo fue el énfasis en el esfuerzo para salvar la cotorra puertorriqueña. Como resultado, la Dra. Jan Kalina se unió al personal del Instituto como Biólogo en Vida Silvestre y se encuentra llevando a cabo un número de estudio interesantes, enumerados en la sección de Vida Silvestre de esta Carta Anual.

El personal del Instituto completó un estudio comprensivo de la situación de la dasonomía, vida silvestre y calidad ambiental en las islas del Caribe. Este estudio fue financiado por la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos como parte de una contribución del gobierno al Plan de Acción Ambiental del Caribe. Partes de este estudio de tres años se encuentran redactadas en varias secciones de esta Carta Anual.

Las actividades del Servicio Forestal Internacional en Puerto Rico se vieron realizadas por el nombramiento del Dr. Loren Ford como Asesor Forestal Regional y del Caribe. El doctor Ford es un miembro del personal de Bosques Nacionales del Caribe pero trabajará en estrecha colaboración con el personal y programas del Instituto. Un ejemplo de esta cooperación fue su activa participación en el Tercer Taller de Forestales del Caribe, una actividad coordinada por el Instituto pero financiada este año por el gobierno de Francia. Esta reunión se efectuó en Guadeloupe y estuvo dedicada al manejo recreacional de los bosques. Los detalles sobre esta reunión se encuentran en esta Carta Anual.

Las Tablas 1-3, al final de esta Carta Anual, resumen las actividades de los científicos del Instituto, tanto como la de nuestros visitantes durante todo el año. Ellas muestran un incremento en las actividades y visitantes sobre los años anteriores. El número de acuerdos cooperativos de investigación forestal con otras instituciones ha continuado en aumento este año. Acogeremos a los investigadores de otros países y de los Estados Unidos que se interesen en llevar a cabo investigaciones forestales en los bosques de Puerto Rico. Pero si todo lo que usted desea es simplemente compartir información con nosotros, por favor, manténgase en contacto.

Sinceramente,


ARIEL E. LUGO
Director y Líder de Proyecto

INSTITUTE OF TROPICAL FORESTRY ANNUAL LETTER

1986

Table of Contents

	Page
Plantation Research J.K. Francis	1
Cooperative Research: Plantation Forests J.A. Parrotta	2
Cooperative Research on Pine Plantation Management L.H. Liegel	4
Natural forest and Line Planting Studies P.L. Weaver	5
Other Studies on Plantations and Natural Forests A.E. Lugo	7
Puerto Rican Parrot Cooperative Research J.W. Wiley, M.K. Brock, G. Lindsey, J. Kalina, and W.J. Arendt	11
Other Wildlife Research W.J. Arendt	15
Special Studies F.H. Wadsworth and J.C. Figueroa Colon	20
FS Info J. Feheley	23
Appendix. Institute Publications (1985-86)	44

Tabla de Contenido

	Pagina
Investigacion de la Plantacion J.K. Francis	25
Investigacion Cooperativa: Plantaciones Forestales J.A. Parrota	26
Estudios Cooperativos en el Manejo de las Plantaciones de Pino L.H. Liegel	27
Estudios en Bosques Naturales y Plantaciones en Linea P.L. Weaver	28
Otros Estudios en Bosques Naturales y Plantaciones A.E. Lugo	31
Investigacion Cooperativa sobre la Cotorra Puertorriquena J.W. Wiley, M.K. Brock, G. Lindsey, J. Kalina y W.J. Arendt	33
Otras Investigaciones sobre la Vida Silvestre W.J. Arendt	36
Estudios Especiales Frank H. Wadsworth y J.. Figueroa Colon	39
FS INFO J. Fehleley	42
Apendice. Publicaciones del Instituto (1985-86)	44

PLANTATION RESEARCH

John K. Francis
Research Forester

Since my arrival in Puerto Rico a year ago, I have been finishing former research projects, and I have begun an evaluation of species suitability for use in Puerto Rican plantations. Over the past 50 years, more than 100 species have been planted in forest plantations of various sizes. The trees in many plantations are now near harvestable size. The survey will continue, species by species, until each promising species is evaluated and the information published.

Field work and analyses are complete about members of the genus Araucaria. The araucarias produce softwood of excellent quality and represent a viable alternative to the widely planted Pinus caribaea. Agathis robusta (Queensland kauri), a northern Australian species, has been on the island since 1937. One individual has reached a diameter at breast height (dbh) of 108 cm and a height of 24 m. Form and natural pruning are excellent. The species is now being planted on a small scale in local public forests. Araucaria cunninghamii (hoop-pine) of New Guinea, is represented in a majestic 27-year-old plantation and three 6-year-old plantations. Last year, the older plantation averaged 24 m high and 31 cm dbh, but a number of individuals exceeded 30 m high and 50 cm dbh. Basal area of the plantation averaged 24 m²/ha. Steady height and diameter growth is continuing. Form is excellent although natural pruning is slow. Wider use of the

species in plantations is currently prohibited by the rarity of local seed production. It is hoped that this will change as trees get older. A third species, Araucaria heterophylla (Norfolk Island-Pine) is widely planted as an ornamental. It grows about 1 m/yr in height and 2 cm/yr in diameter, a rather uniform rate throughout Puerto Rico. A valuable "knotty pine" lumber can be sawn from these trees. The boles of this species are usually not as straight as hoop-pine. Although the species seems to have greater site adaptability than Queensland kauri or hoop-pine, it has not yet been used in forest plantations. Two other species, Araucaria huestinii and Araucaria bidwillii, show promise in very limited plantings. Araucaria angustifolia (Parana-pine) has been planted in several forest sites throughout the island. Most of them have died and the remaining individuals lack vigor.

Survey and analysis is now complete on three species of the genus Khaya (African mahogany). The three are similar and seem well adapted to Puerto Rican climate and soils. Growth and site preferences are similar to those of Swietenia macrophylla. The wood is slightly inferior to mahogany for traditional uses. Plantings of a number of other species are currently being visited and measured. Particularly impressive have been two African species, Maesopsis eminii and Terminalia ivorensis.

COOPERATIVE RESEARCH: PLANTATION FORESTS

John A. Parrotta
Yale University
School of Forestry and Environmental Studies

The Toa Baja Bio-Energy Plantation Project entered its second year in December 1985, with continued support from the Institute, the Center for Energy and Environment Research (U.S. Department of Energy/University of Puerto Rico), and Yale University's Tropical Resources Institute. The purpose of this project, which was introduced in the 1984-85 Annual Letter, has been to evaluate the influence of initial plantation density on stand development, biomass yield, and patterns of nutrient allocation. The species used for this study is *Albizia lebbek* (Mimosaceae), a fast-growing, nitrogen-fixing tree species native to Asia, naturalized in the Caribbean region, and used worldwide in fuelwood plantations and agroforestry systems.

Between November 1984 and September 1986, tree growth was monitored on a biweekly and quarterly basis in each of the experimental plots established at initial plantation densities of 2,500, 10,000, and 40,000 trees/ha. Soil physical and chemical characteristics within each plot were assessed at 8-month intervals. Destructive sampling of selected seedlings, saplings, and larger trees from all plots, carried out in July 1985 and January 1986, served as the basis for estimating total biomass production as well as biomass and nutrient partitioning patterns. Dimension analysis techniques were employed.

During the second year of plantation development, a number of significant trends have been observed. Competition among trees at higher densities has resulted in sharp

differentials in growth rates among the various density treatments. Per hectare net primary production remains highest in the most densely stocked plots, yet there has been a progressive narrowing of per hectare production differences with time. This suggests a convergence of per-hectare production rates among treatments within the first 5 years of development. Reductions in mean tree size with increasing plantation density and concomitant increases in the proportion of nutrient-rich leaf and small branch components per unit of total aboveground biomass have resulted in increased rates of nutrient uptake relative to total biomass production at higher densities. Soil physical properties, particularly moisture-holding capacity, have been found to be partially responsible for observed variations in growth among trees within individual plots; root competition appears to be a dominant factor responsible for early and sustained differences in mean tree growth rates among density treatments.

Stand characteristics, tabulated by density treatment for plantation plots at 18 months following establishment, are presented in Table 1.

Research at this site will continue to focus on stand development and biomass/nutrient partitioning patterns during later stages of development. Particular attention will be paid to changes in soil physical and chemical properties and the role of nitrogen fixation in the nitrogen budget of the site as affected by plantation density.

Table 1.—Mean tree and stand characteristics for 18-month old plantations of *Albizia lebbek* at Toa Baja, Puerto Rico. Values represent treatment means (+ standard error).

Parameter	n	Initial plantation density		
		2,500	10,000	40,000
		----- (trees/ha) -----		
Mean tree height (m)	211	2.67 ± .06	2.36 ± .06	1.73 ± .08
Dominant height (m)	21	4.2	3.5	2.9
Mean stem diameter (cm)*	211	5.55 ± .16	3.62 ± .11	2.08 ± .09
Mean crown height (m)	211	1.88 ± .05	1.37 ± .05	0.89 ± .04
Mean crown width (m)	211	2.26 ± .06	1.49 ± .05	0.95 ± .04
Survival percentage		99.5	98.6	97.7
Biomass per tree (kg)	[% of total]			
fodder §	211	0.61 (15)	0.22 (17)	0.0609 (16)
wood	211	2.09 (50)	0.53 (40)	0.170 (38)
roots	211	1.49 (35)	0.57 (43)	0.203 (46)
Total	211	4.19	1.32	0.442
Biomass per hectare (mg)	[% of total]			
fodder	211	1.53 (15)	2.20 (17)	1.46 (17)
wood	211	5.23 (50)	5.30 (40)	6.80 (38)
roots	211	3.73 (35)	5.70 (43)	8.12 (46)
Total	211	10.49	13.20	16.38

* Diameter at stem base, 10 cm aboveground level.

§ Fodder = leaves + twigs <10 cm diameter.

Biomass values expressed in oven-dry weight.

COOPERATIVE STUDIES ON PINE PLANTATION MANAGEMENT

Leon H. Liegel
Soil Scientist

The effect of hurricanes on island forests were summarized as part of the U.S. Government's contribution to the Caribbean Environmental Action Plan. Funding was provided by the U.S. Agency for International Development (Liegel and Lugo 1985).

Both advantages and disadvantages for plantations occur in tropical reforestation/afforestation activities. Only one generalization seems to be true: Consider each country or island and its potential species/site combinations as a unique case, because each island or region has its own native fauna and flora complex, inherent site fertility, and specific economic-marketing-social welfare considerations. The successful reforestation project attempts to balance all of these factors as judiciously as time, money, and personnel permit. Plantations and natural forests both have their place as forest alternatives.

A 1-year no-cost extension was received from US-AID to complete assessment of Caribbean pine growth and yield across the Caribbean Basin. More than 160 field plots have been established on diverse sites in Costa Rica, Jamaica, Trinidad, and Venezuela. Soils collected from all plots were analyzed at the Tropical Soils Laboratory at North Carolina State University (NCSU), in Raleigh. Data analyses are continuing.

Caribbean pine project activities in 1986 centered on training of foreign nationals. All expenses were paid by project funds for these exercises:

-Two Jamaicans visited the Forestry Department at NCSU to study field and lab procedures for determining wood specific gravity, Aug. 4-8.

-Seven people, two from Jamaica, two from Costa Rica, two from Trinidad, and one from Venezuela, attended the conference on Management of the Forests of Tropical America in Puerto Rico, Sept. 21-27. The Project Manager, Leon Liegel, returned to Puerto Rico to attend the meeting and to lead two field trips in which all project counterparts visited various Caribbean pine stands in eastern and western parts of the island.

-Five people attending the Puerto Rico meeting, then proceeded to Venezuela to visit Caribbean pine stands in the eastern savannas. Their visit was hosted by the Compañía Nacional de Reforestación (CONARE).

-One Costa Rican visited areas around Cali, Colombia, Sept. 29 - Oct. 4, to review techniques for natural forest management and utilization.

-One foreign national from Trinidad was elected to attend a course on Forest Resources Administration and Management, Sept. 30 - Oct. 25, sponsored by the University of Michigan. The study tour included visits to a number of locations in the eastern United States.

Literature Cited

Liegel, L.H. and A.E. Lugo. 1985. Damage and management of hurricane prone forests in the Caribbean. Pages 103-113 in A.E. Lugo (editor). Development, forestry, and environmental quality in the eastern Caribbean. Institute of Tropical Forestry, Rio Piedras, P.R.

NATURAL FOREST AND LINE PLANTING STUDIES

Peter L. Weaver
Research Forester

Forest Inventory on St. Vincent

A forest inventory of St. Vincent, one of the Lesser Antilles located about 175 km west of Barbados, was completed as part of a program to assess the forest resources, develop prescriptions for their management, and train forestry personnel in inventory techniques (Birdsey et al. 1985). The effort was funded by U.S. AID and involved the cooperation of St. Vincent Forestry Division, the forest inventory group of Starkville, Mississippi, and the Institute of Tropical Forestry staff.

A brief overview of the island's forest environment is provided and includes an historical perspective and data on geology and physiography, climate, soils, agriculture, water resources, natural vegetation, forest legislation, and a plantation survey. The inventory showed that 38 percent of St. Vincent's 345 km² is covered by forests, more than half of which is secondary. Undisturbed primary forests are concentrated at the highest elevations and at the greatest distance from roads. Timber volumes for all sound wood with an inside bark diameter of 10 cm and minimum length of 1 m averaged about 50 m³/ha in young secondary forest, about 100 m³/ha in advanced secondary forest, and about 250 m³/ha in mature forest.

With continued population growth on St. Vincent, and the possibility of increased tourism and small industry development, demands on water supplies will increase. The continuous supply of good quality water throughout the year is dependent on maintaining forest cover on government-owned lands in the interior. The best prospect for management of natural forest would be to improve timber stocking in secondary forest stands that already have desirable saplings and poletimber. Implementation of natural forest management in these stands requires additional surveys of their species compositions and their responses to release.

Hurricane Damage and Recovery in Puerto Rico

Periodic disturbances caused by hurricanes constitute an integral phase of forest growth and development in the Caribbean region. The 35-year recovery on seven permanent plots in the Colorado forest (lower montane wet forest sensu Holdridge, or montane rain forest sensu Beard) of the Luquillo Mountains in Puerto Rico covering the period from 14 to 49 years after a major disturbance was characterized by (Weaver 1986):

- ingrowth and mortality rates of 20 stems/ha.yr, or 1.1 percent of the initial number of stems;
- shifts to larger tree diameters and heights;
- a 3 percent decline in the number of stems in the intermediate and dominant crown classes and a 6 percent increase in the number of suppressed stems;
- a 1.9 percent increase in the weighted mean specific gravity of all stems including palms and a 3.9 percent increase for the dicotyledons alone;
- a change in species composition with the loss of pioneers, decrease in secondary species, and increase in the dominance of climax trees;
- a decline in species richness from 88 to 83 species for the entire forest;
- a decrease in diameter increment from 0.14 cm/yr in the years between 1946-51 to 0.09 cm/yr between 1976-81 for all surviving stems;
- an increase in standing stemwood and branch and volume from 217 to 254 m³/ha with a net growth of 1.06 m³/ha.yr; and
- an increase in aboveground woody biomass

from 122 to 145 t/ha with a net growth of 0.67 t/ha.yr.

The patterns of disturbance and recovery appear to vary along elevational and topographic gradients within the Luquillo Experimental Forest. Windthrow is more common at lower elevations where there are large trees in valleys; breakage is more prevalent on slopes and ridges at higher elevations. In the colorado forest, biomass recovery appears linear. In the tabonuco forest below it, recovery is along a convex curve. In the dwarf forest at the summits, it may also be linear, but slower than in the colorado forest.

Line Planted Mahogany

Mahogany hybrid (*Swietenia macrophylla* and *S. mahagoni*) seeded in 3 m x 3 m lines near Rio Chiquito in subtropical wet forest (sensu Holdridge) of the Luquillo Mountains had a density of 373 trees/ha and a basal area of 28.2 m²/ha after 20 years (Weaver and Bauer 1983). Mean diameter at breast height averaged 30.0 ± 0.6 cm and mean height was 19.1 ± 0.2 m. Aboveground woody biomass was 136 t/ha and aboveground woody volume was estimated at 247 m³/ha.

Trees located on lower slopes and bottomlands had diameters significantly larger than those at mid-slope, which in turn, were significantly larger than those on ridges. Trees in the dominant crown class were significantly larger in diameter than the codominants, which in turn, were significantly larger than trees in the intermediate crown class.

Recommendations to improve line planting efforts included the procurement of better quality seed from a reliable source, chemical control of shootborer infestation in the nursery, and the more rigorous use of published and often cited criteria of Dawkins for successful conversion line plantings.

Dwarf Cloud Forest

An investigation of the dwarf cloud forest located at the summits of the Luquillo

Mountains showed that 5 species accounted for 95 percent of the stems of at least 10 cm in diameter on 3 plots totaling 0.22 ha (Weaver et al. 1986). Mean density was 3671 ± 516 stems/ha and mean basal area was 49.1 ± 8.2 m²/ha. The aboveground woody biomass on two small plots of 36 m², one located on a ridge and the other 100 m to the leeward, was 48 and 110 t/ha, respectively. Leaf area index on the ridge was 1.99, leaf biomass was 288 g/m², and specific leaf weight was 14.5 mg/cm². Mean annual litterfall rates averaged only 0.85 g/m².day (3.10 t/ha.yr), of which 70 percent was leaf litter, 9 percent wood litter, and 12 percent miscellaneous material.

The rate at which nutrients returned to the soil (kg/ha.yr) averaged 23.9 for nitrogen, 0.7 for phosphorus, 4.3 for potassium, 16.3 for calcium, and 7.6 for magnesium. The annual increment in tree diameter was low, averaging only 0.03 ± 0.01 cm/yr. For trees at least 2.5 cm in diameter, aboveground biomass accumulated at an average rate of 45 g/m².yr. Net aboveground primary productivity was 3.84 t/ha.yr.

Literature Cited

- Birdsey, R.A., P.L. Weaver, and C. Nicholls. 1985. The forest resources of St. Vincent. Pages 35-102 in USFS Institute of Tropical Forestry, Development, forestry, and environmental quality in the eastern Caribbean. Rio Piedras, P.R.
- Weaver, P.L. 1986. Hurricane damage and recovery in the montane forests of Puerto Rico. Caribbean Journal of Science 22(1-2):53-70.
- Weaver, P.L. and J. Bauer. 1983. Growth of line planted mahogany in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. Proceedings of the Tenth Symposium on Natural Resources. Department of Natural Resources, San Juan, P.R. p. 31-39 + 4 figs.
- Weaver, P.L., E. Medina, D. Pool, K. Dugger, J. Gonzalez-Liboy, and E. Cuevas. 1986. Ecological observations in the dwarf cloud forest of the Luquillo Mountains. Biotropica 18:79-85.

OTHER STUDIES IN PLANTATIONS AND NATURAL FORESTS

Ariel E. Lugo
Research Ecologist

To determine the present and future roles of tropical tree plantations in the global carbon budget, data on rates of plantation establishment and their commercial volumes, by species groups and age-classes, were gathered and converted to biomass and ultimately to carbon fluxes (Brown et al. 1986). The rate of plantation establishment has increased dramatically since the 1940's, resulting in an area in 1980 of about 11×10^6 ha with more than 60 percent of this area planted during the last decade. Total biomass of plantations

is estimated to range from 0.65×10^9 to 2.22×10^9 t or about 1 percent of the biomass of natural forests (Table 1). Most of the biomass (79 percent) is in the 6- to 30-year-old plantations. We estimate that tropical plantations are a small sink of atmospheric carbon of $0.03\text{--}0.11 \times 10^9$ tC/yr, most of which occurs in the two youngest age-classes (Table 2). Although this flux is small, it may be sufficient to balance the small source of carbon from harvesting forests and other land-use changes in the temperate zone.

Table 1.—Area (hectares $\times 10^3$) of tropical tree plantations in the world in 1980 (Brown and Lugo 1986).

	Fast growing hardwoods	Other hardwoods	Softwood	Total
Industrial	2118.0	2238.8	2670.0	7027
Nonindustrial	3336.2	469.2	283.6	4089
Total	5454.2	2708.0	2953.6	11116

Note: The total area of closed and open forest is 1935×10^6 ha.

Table 2.—Estimates of total biomass* (million tons) and carbon uptake[§] (tonnes $\times 10^6$ per year) for tropical tree plantations (Brown and Lugo 1986).

	Age classes (yr)							Total
	0-5	6-10	11-15	16-20	21-30	31-40	>40	
Minimum biomass	47	155	123	88	161	39	37	650
Maximum biomass	151	562	455	304	453	141	150	2216

Table 2.—(cont'd).

	Age classes (yr)							Total
	0-5	6-10	11-15	16-20	21-30	31-40	>40	
Carbon uptake								
Minimum	9	10	5	3	3	0.6	0.4	31
Maximum	30	37	18	9	9	2	2	107

* Product of total stem wood biomass by age-class and expansion factors.

§ Total biomass was divided by the midpoint of the age-class and converted to carbon units assuring 1 g biomass = 0.5 g carbon.

Guanica Forest, with seasonal rainfall averaging 860 mm annually, is among the driest of tropical or subtropical forests studied to date (Murphy and Lugo 1986). It is composed of more than 12,000 live tree stems per hectare, only 2.3 and 12 percent of which exceed 10 cm dbh or 5 m in height, respectively. Of all stems greater than 2.3 cm dbh, 57 percent are stump or root sprouts, attributable to forest cutting 50 years earlier. The dry winter months induce maximum

deciduousness and are reflected in a 50 percent reduction in leaf area index, from approximately 4.3 to 2.1. Although less in magnitude, leaf fall was also observed in the moderately dry midsummer months. Relative to wetter forests, tree species richness and total community biomass is low. Approximately 50 percent of the total live-plant biomass of 89.9 t/ha occurs below ground (Figure 1), a higher proportion than for any other comparable forest measured thus far.

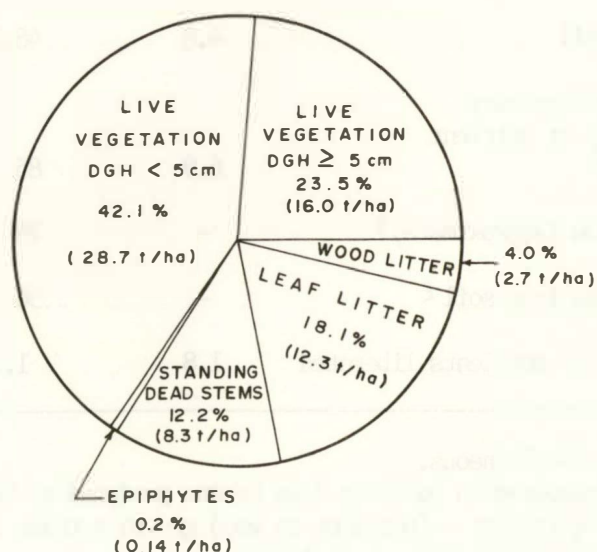


Figure 1.—Aboveground biomass of the forest within the experimental site, based upon four 5 m x 10 m harvested plots. All weights are of oven-dried material (from Murphy and Lugo 1986).

The distribution of the nutrients N, P and K in soil and vegetation and their mobility through litterfall and decomposition in mature and successional stands were also studied in the Guanica forest (Lugo and Murphy 1986). Soils of the Guanica forest have high total amounts of N (9100 kg/ha), P (1820 kg/ha), and K (7460 kg/ha). However, high extractable Ca (>4000 mg/g) and pH (>7-8) may explain why only 1.3 and 25 percent of the total P and K, respectively, were extractable. Total ecosystem storage of N, P, and K was 10,300, 1900 and 7700 kg/ha, respectively, of which vegetation stored only 10, 2, and 3 percent respectively. Litterfall returned 26, 18, and 180 percent per year of the N, P and K stored in the ground litter compartment.

Trees retranslocated about 30 and 65 percent of the N and P required to satisfy aboveground net primary production (Table 3) and immobilized P in dead roots. Slow leaf decomposition (7.3 yr for 95 percent decomposition) released K faster than mass, P as fast as mass, and ash and N slower than mass. The use efficiency of P by litterfall was high compared with other tropical forests, while that of N and K was similar to other tropical and temperate forests. Cutting and regrowth of vegetation resulted in differences in the nutrient concentration in litterfall and nutrient use efficiency of successional vegetation.

Table 3.—Organic matter and nutrient fluxes in the Guanica forest during 1982.

Flux	Organic matter (t/ha.yr)	N	P	K
		(kg/ha.yr)		
Tree growth	2.1	11.4	0.34	7.2
Leaf fall*	4.3	44.3	0.71	34.4
Woodfall	0.5	4.2	0.08	1.0
Total litterfall	4.8	48.5	0.79	35.9
Aboveground net primary productivity or nutrient requirement†	6.9	85	3.24	43
Retranslocation (approximate)‡	—	29	2.2	—
Nutrient uptake from soil §	—	56	1.04	43
Decomposition or nutrients liberated	1.8	1.3	0.4	59.2

* Including miscellaneous.

† Nutrients required to build-up live tissue produced by NPP.

‡ Nutrient requirement - (nutrient in wood growth + those in leaf and miscellaneous fall); assumes no leaching.

§ Nutrient requirement - retranslocation.

The assumption that the organic matter content of tropical forest soils is oxidized to atmospheric carbon dioxide when these soils are converted to agricultural use was tested using results of soil surveys in Puerto Rico (1940's, 1960's, and 1980's; Lugo et al. 1986). Results showed that under intensive agricultural use, soil carbon in the top 18 cm of soil was about 30-37 t/ha, regardless of climatic conditions. Reduced intensity of agricultural use resulted in an increase of soil carbon on the order of 0.3-05 t/ha.yr over a 40-yr period. Rates of soil carbon accumulation were inversely related to the sand content of soils. The relation between rates of soil carbon accumulation and climate or soil texture were better defined at higher soil carbon content. Soils under pasture accumulated soil carbon and often contained similar or greater amounts than adjacent mature forest soils (60-150 t/ha in the top 25 or 50 cm). Soils in moist climates exhibited greater variations in soil carbon content with changes in land use (both in terms of loss and recovery) than did soils in dry climates. However, in all life zones studied, the recovery of soil carbon after abandonment of agriculture was faster than generally assumed. Low carbon-to-nitrogen ratios suggested that intensively used soils may be stable in their

nutrient retention capacity. The observed resiliency of these soils suggested that their role as atmospheric carbon sources has been overestimated, while their potential role as atmospheric carbon sinks has been underestimated.

Literature Cited

- Brown, S., A.E. Lugo, and J. Chapman. 1986. Biomass of tropical tree plantations and its implications for the global carbon budget. *Canadian Journal of Forest Research* 16:390-394.
- Lugo, A.E., M.J. Sanchez, and S. Brown. 1986. Land use and organic carbon content of some subtropical soils. *Plant and Soil* 96:185-196.
- Lugo, A.E. and P.G. Murphy. 1986. Nutrient dynamics of a Puerto Rican subtropical dry forest. *Journal of Tropical Ecology* 2:55-72.
- Murphy, P.G. and A.E. Lugo. 1986. Structure and biomass of a subtropical dry forest in Puerto Rico. *Biotropica* 18:89-96.

PUERTO RICAN PARROT COOPERATIVE RESEARCH

James W. Wiley, M. Kelly Brock, and Gerald Lindsey
Patuxent Wildlife Research Center
U.S. Fish and Wildlife Service

and

Jan Kalina and Wayne J. Arendt
Wildlife Biologists

Introduction

The wild population of the endangered Puerto Rican parrot (Amazona vittata) has shown slow growth to the current level of 31 individuals. A captive flock of 39 parrots is maintained in the Luquillo Experimental Forest as an additional source of birds and as insurance against the loss of the species in the case of a natural catastrophe in the wild. Reproductive effort and productivity have been low in both populations. Research efforts are focusing on improving nesting success and survival of free-flying birds.

Wild Parrot Research

The wild population at the end of August 1986 stood at a minimum of 31 birds, including 4 chicks (Table 1).

Eight pairs of Puerto Rican parrots showed territorial behavior during the 1986 breeding season, but only 4 pairs are known to have produced eggs (Table 1). Three pairs raised young, but only 2 pairs fledged a total of 4 chicks: 3 (including 2 fostered in from the West Fork nest) from East Fork #3 nest, and 1 from the West Fork nest. All carried

Table 1.--Summary of nesting activity of wild Puerto Rican parrot pairs, Luquillo Forest, 1986.

Pair	No. eggs	No. fertile	No. hatch	No. chicks taken for captive flock	No. captive- produced chicks added	No. fledge in wild
West Fork*	7	7	6	3	0	1
East Fork #1	0	0	0	0	0	0
East Fork #2	1	1	0	0	0	0
East Fork #3	6	5	4	1	0	3 [†]
South Fork	3	3	3	3	0	0
Totals	17	16	13	7	0	4

* Double clutched.

† Includes 2 chicks fostered from West Fork.

radio transmitters (details below) and uniquely-numbered metal leg bands. The 2 chicks at the third nest (South Fork) were infested with warble fly (Philornis pici) larvae, showed retarded growth and feather development, and were taken into captivity at the time of fledging.

Radio-Telemetry Studies

A 7 g (2.5 percent of mean body weight) transmitter was custom designed for use on Puerto Rican parrots. The transmitter body is concave with a stainless steel collar (120 lb saltwater fishing leader) coated with heat shrink tubing for attachment to the parrot. This transmitter has a mean field life of 110 days and signal range (line-of-sight) of 2.5 km.

In September 1985, 3 captive-produced Puerto Rican parrot chicks were radio-tagged and released into the wild as free-flying birds after a conditioning period in a field aviary. During the conditioning, the chicks were exposed to natural foods and given aversion training through the use of a trained hawk. On release, the young birds dispersed from the aviary site and did not make immediate contact with the wild flock. Two chicks were killed, probably by a raptor, within 1 week of their release. The remaining released bird survived at least until mid-May 1986, when it was observed in a group of 9 wild Puerto Rican parrots, about 4 km from the release site. It had integrated into the wild population and was behaving normally with the other wild parrots.

Baseline data to calculate telemetry triangulation accuracy in the tropical rain forest of the Luquillo Experimental Forest were collected. The data are currently being analyzed to determine error polygons, mean error, and error variances for transmitters placed at 2 distances into the forest and 2 heights above ground level.

Telemetry data are being collected on 4 radioed Puerto Rican parrots that fledged in 1986 from 2 wild nests (WF and EF#3) to determine movement patterns, survival, and causes of mortality during the first 4 months

after leaving the nest. The chicks remained in their respective nest valleys for 3 weeks following fledging, then moved to other areas within the Luquillo Experimental Forest. The 3 radioed chicks in the East Fork family group initially moved 2 km from their nest valley to the Caimitillo Valley, a U.S. Forest Service improved recreation area, with high human use. They remained there 2 weeks, then moved to a valley 5.5 km from the East Fork nest valley. The EF chicks integrated into a group of about 10-20 parrots and made regular, daily flights with this flock.

The single West Fork chick moved 1 km from its nest valley to Caimitillo Valley. The West Fork chick occupied the recreation area for 6 weeks and remained separate from other East Fork chicks, although both family groups occupied the Caimitillo Valley during one two-week period. The West Fork chick has not joined the adult flock, but one or more adult parrots were occasionally seen with the chicks.

Control of Competitors

A study of the use of chemicals in the control of Philornis parasitism of parrots, using the pearly-eyed thrasher (Margarops fuscatus) as the surrogate experimental animal, was completed. In 1985, thrasher chicks were treated with Atroban (11% emulsifiable concentrate), which provided some protection against warble fly parasites, but the control lasted only about 7 days before treated chicks were heavily parasitized. Using Atroban as a premise spray (as opposed to a topical applicant) yielded superior warble fly larvae control. These experiments resulted in the recommendation that Atroban not be used in parrot nests for the control of warble fly parasitism, because of several limitations and dangers.

Captive Puerto Rican and Hispaniolan Parrot Productivity

The Puerto Rican Flock

The captive population of Puerto Rican parrots is now 39 birds, and consists of 13

males, 18 females, and 8 unsexed individuals.

A total of 53 eggs were produced by 7 captive female Puerto Rican parrots, but only 2 pairs produced fertile eggs (at least 11 fertile, 1 broke before fertility could be determined) which resulted in 3 fledglings (27.3 percent; all were retained in captivity; Table 2). Six females, including both pairs producing fertile eggs, were induced to producing replacement clutches through replacement of completed clutches ("double-" or "triple-clutched") or through sequential removal of each egg. The single female that was not manipulated produced a clutch of 4 eggs (normal clutch is 3-4 eggs), whereas the 3 females in the double- and triple-clutch experiments laid an average of 6.3 eggs. The 3 females whose eggs were sequentially removed laid a mean total of 10 ± 3.6 eggs.

The Hispaniolan Flock

Six female Hispaniolan parrots produced a total of 36 eggs, including 9 laid by single females. The 27 eggs laid by heterosexually-paired females were all fertile; 10 (37 percent) of those eggs produced fledglings (Table 2). Two females were experimentally induced to lay larger clutches through sequential removal of eggs, producing a mean clutch of 10 ± 1.4 eggs, compared to 4 ± 0 eggs in the unmanipulated clutch ($n = 4$).

Artificial insemination (AI) research was conducted on Hispaniolan parrots and results applied experimentally to Puerto Rican parrots. Small, but viable, samples of semen were collected from both species.

Evaluation

The outlook for recovery of the Puerto Rican parrot remains optimistic. Egg fertility in the wild continues to be high, but no recruitment of birds into the breeding population occurred. The number of chicks fledged in the wild was down 66 percent compared with the 1985 season, although 7 wild-produced chicks were added to the captive flock. Recovery will be slow because of the population demographics characteristic of the species.

Research conducted this year is yielding valuable information in the use of telemetry for study of parrots and other animals in tropical rain forests. Further research will focus on the development of a transmitter with a field life of one year and evaluation of collar release mechanisms which automatically release the transmitter from the parrot after the unit quits functioning.

Telemetry data are providing valuable information on movement patterns and survival of Puerto Rican parrots for the first 4 months

Table 2.—Production of captive parrots in 1986.

Females produce eggs	Eggs	Fertile eggs	Eggs by heterosexual pairs	Hatch	Fledge
Puerto Rican					
7	53	11	37	4	3
Hispaniolan					
6	36	27	27	10	10

following fledging. Data will also be related to environmental characteristics within the Luquillo Forest. Development of a transmitter package from the current field life of 110-150 days to one year would allow data collection on seasonal and yearly activity patterns and on survival during the critical first year following fledging.

The continuing low fertility among captive pairs hampers program progress. Preliminary results in application of artificial insemination techniques to captive parrots are encouraging. Techniques will be further refined and applied to captive parrots next breeding season.

OTHER WILDLIFE RESEARCH

Wayne J. Arendt
Wildlife Biologist

Completed Research

Ectoparasitism Studies

Results from our study of the pathogenesis of myiasis in nestling Pearly-eyed Thrashers (Margarops fuscatus) in the Luquillo Experimental Forest by philornid flies were published this year (Uhazy and Arendt 1986). It was shown that philornid larvae penetrate the host's integument, growing and developing into third instar larvae between the dermis and body musculature before evacuation (within 3-7 days) and pupation. Subcutaneous movement is generally minimal. The larvae feed on host tissues, red blood cells, mononuclear cells which infiltrate from focal accumulations adjacent to the lesion, and necrotic cellular debris which accumulate in the lesion. Following larval evacuation, repair of the cavernous lesions is initiated with the production of an intense organized fibrinous exudate. Macrophages and plasma cells predominate in the immediate area, with vascular congestion in surrounding tissues. Over their 21-day nestling period, thrasher young are subject to successive larval infestations. Infesting larvae usurp most of the nutrients that would normally enhance chick growth and development, which results in the death of many infested thrasher young.

Wildlife Assessments

Also this year, partial results of our wildlife assessment on Montserrat were published (Arendt and Arendt 1986). During an extensive banding operation in May 1984 within the Centre Hills, located along Montserrat's interior mountain chain, we captured and banded a Pearly-eyed thrasher with a deformed bill. The deformity, rather than being congenital, appeared to have been caused by a fracture of the lower mandible (dentary), allowing unchecked growth of the ramphotheca covering the maxilla. Using 9 morphometric characters, comparing the injured thrasher

with 82 other apparently normal thrashers, we showed that the injured bird was young and probably in its second year. From all available evidence (body mass and appendicular measures), the injured thrasher appeared healthy. We thought at first that it might survive indefinitely despite its accident. However, upon close examination of its bill and plumage, we found that this injured individual could not preen and clean itself properly and hosted a severe infestation of feather lice (Mallophaga: Myrsidea sp.). Judging from the severity of the ectoparasitic infestation and the poor condition of the plumage, we surmised that, although this individual could feed itself, it may meet an early demise as a result of its injury. Such may be the fate of a large percentage of birds that suffer from physical injuries to their bills.

Migrant Bird Studies

An international interest in the health and future of North American migrant bird populations is on the increase. In June, I was invited by the International Council for Bird Preservation to write a summary of the status of North American migrant landbirds in the Caribbean, and to participate in a symposium on migrant birds in the Neotropics during their XIX World Congress held in Kingston (Ontario), Canada.

Avian Community Studies

Our long-term avian population dynamics studies continue in Puerto Rico and the Dominican Republic. In summarizing the status of migrant landbirds in Puerto Rico, I analyzed 12 years of banding data at our Guanica dry forest banding station. I compared migrants and residents, making yearly comparisons of both total number of species and individuals (Table 1). I found no apparent trends from this analysis. Although

Table 1. A 12-year comparison of species diversity and composition of migrant and resident birds in the Guanica dry forest, Puerto Rico.

	Year												X	Range
	73	74	75	76	78	80	81	82	83	84	85	86		
Species														
No. migrants	3	5	7	7	7	6	3	5	4	7	8	3	5	3– 8
No. residents	16	13	14	9	15	14	14	16	13	17	16	13	14	9– 17
Percent migrants	19	38	50	78	47	43	21	31	31	41	50	23	39	19– 78
Individuals														
No. migrants	14	31	23	24	22	19	8	17	21	16	19	11	19	8– 31
No. residents	140	73	65	42	82	69	77	131	86	115	80	73	86	42–140
Percent migrants	10	42	35	57	27	28	10	13	24	14	24	15	25	10– 57

numbers of both resident and migratory species and individuals vary over the years due to many ecological and climatic factors, no population increases or decreases were evident in either group.

I also analyzed the total number of individuals of each migrant species every year for the last 12 years of sampling (Table 2). The 2 most common winter resident species are the American Redstart (*Setophaga ruticilla*) and the Black-and-White Warbler (*Mniotilta varia*). These 2 species also show a high degree of philopatry (site tenacity, i.e., returning to the same location in subsequent years), as does the Ovenbird (*Seiurus*). The Prothonotary Warbler (*Protonotaria citrea*), although not occurring in large numbers at Guanica, appears to be quite site specific on

its wintering grounds, as shown by the return in later years of 2 of the 5 individuals recorded.

By dividing the sampling period into two 6-yr periods, a downward trend is suggested in 4 of the 12 species. The number of individuals of three species (Ovenbird, Northern Parula, and Cape May Warbler (*Dendroica tigrina*)) fell about 60 percent. Even more striking is a decline in Prairie Warblers (*D. discolor*), whose numbers fell from 16 individuals in the first 6-year period to only one during the last 6 years of sampling. Prairie Warblers are exhibiting population declines in the United States as well. Only one species, the Hooded Warbler (*Wilsonia citrina*), showed an increase (75 percent) during the last 6 years of banding.

Table 2. Twelve-year summary of migrant birds captured in mist nets in the Guanica dry forest, Puerto Rico. Each year's total number of returns from previous years is in parentheses.

Species*	Year												Number of Individual captures	Returns [†]	
	73	74	75	76	78	80	81	82	83	84	85	86		No.	%
AMRED	6	8	3 (1)	6	5 (1)	4	5 (1)	8 (1)	9 (4)	5 (2)	4 (2)	3 (1)	66	13	20
BLACK	5	6 (1)	2 (2)	4	4	8 (2)	2	4 (2)	5 (2)	5 (2)	7 (3)	5 (1)	57	15	26
PARU		6	4	7	4	1		1	4 (1)	2	2 (1)		31	2	6
OVEN	3	4	1 (1)	1	4	3 (2)	1	2			2 (1)	1	22	4	18
CAPE			9	3					3	1	1		17	0	-
PRAIR		7	3	2	2	2				1			17	0	-
PROTH				1	2 (1)	1 (1)					1		5	2	40
HOOD			1					2		1	1		5	0	-

Table 2. (cont'd)

Specie*	Year												Number of Individual captures	Returns [†]	
	73	74	75	76	78	80	81	82	83	84	85	86		No.	%
BICK											1		1	-	-
NORWAT										1			1	-	-
WILSN					1								1	-	-
INDIG				1									1	-	-
Totals	14 (-)	31 (1)	23 (4)	25 (0)	22 (2)	19 (5)	8 (1)	17 (3)	21 (7)	16 (4)	19 (7)	9 (2)	224	(36)	16

* Vernacular names: AMRED (American Redstart), BICK (Bicknell's race of the Gray-cheeked Thrush), BLACK (Black-and-White Warbler), CAPE (Cape May Warbler), HOOD (Hooded Warbler), INDIG (Indigo Bunting), NORWAT (Northern Waterthrush), OVEN (Ovenbird), PARU (Norther Parula), PRAIR (Prairie Warbler), PROTAH (Prothonotary Warbler), WILSN (Wilson's Warbler).

† Returns from previous years.

In retrospect (Table 1), while the number of individuals of resident bird species increased from 471 captured during the first 6-year period to 562 individuals during the second period, the number of migrant individuals dropped from 134 during the first 6 years to 90 individuals during the second 6 years, a decrease of about one-third. It must be emphasized that these are only trends.

In summarizing the status of migrant landbirds in the Dominican Republic, I analyzed data that I had collected during a 2-year residency in that country during my Peace Corps tour. From 1976 to 1978, I recorded 28 migrant landbird species. Twenty (70 percent) of the species were paruline warblers. Of about 3,000 migrant individuals observed, individuals of the American Redstart and Cape May Warbler constituted more than forty percent (about 20 percent each) of the total observations, with the Northern Parula and Black-and-White Warblers each comprising about ten percent of the total.

Long-term avian community studies in the Dominican Republic continued this past year. During December (23-25) 1985, migrant birds were sampled at a banding station in tidal mangrove forest near Sanchez, a small fishing village in the Samana Bay area. I captured about 140 individual birds comprising 9 species of migrants and 8 species of native (permanent) residents. Of the 128 migrant individuals captured, 16 (13 percent) were returns from the previous year. Fourteen of the 97 Northern Waterthrushes (*Seiurus noveboracensis*) banded this year were returns, while one of ten Black-and-white warblers and one of 6 Worm-eating Warblers (*Helminthos vermivorus*) were returns from the previous year. Quite unexpectedly, whereas 5 of the nine migrant species were the same in both years, only 2 of the 8 resident species captured were the same in both years. This is in great contrast to the Guanica dry forest banding site. In the dry forest, yearly species turnover rates are negligible. That is, resident species composition remains about the same year after year.

Literature Cited

- Arendt, W.J. and A.I. Arendt. 1986. Bill deformity in a Pearly-eyed Thrasher from Montserrat, West Indies. North American Bird Bander 11:51-52.
- Uhazy, L.S. and W.J. Arendt. 1986. Pathogenesis associated with philornid myiasis (Diptera: Muscidae) on nestling Pearly-eyed Thrashers (Aves: Mimidae) in the Luquillo Rain Forest, Puerto Rico. Journal of Wildlife Diseases 22:224-237.

SPECIAL STUDIES

Frank H. Wadsworth and Julio C. Figueroa Colón
Research Forester and Botanist

Book on Forest Production

The projected reference for forestry schools, "Forest Production for Tropical America," is in its final stages of drafting. More than half of the text has had primary editing, and three chapters are under author's review. Peer review remains before the text is ready for final editorial review for the Government Printing Office.

Tree Growth Trends

Records of the stem diameter growth of trees in the Luquillo Experimental Forest have now been carried long enough to show growth trends over a significant portion of the life of the trees. In preparation for the Conference on Management of the Forests of Tropical America, a sample of 39 trees of 10 species in cutover forest in the subtropical wet life zone was analyzed. Within this 0.72-ha plot there are 71 arborescent species, 1,390 trees/ha, and a basal area of 36 m²/ha. The stand had been selectively cut for its larger timbers of two species between 1930 and 1950. Measurements of tree diameters within this plot have been made 12 times between 1943 and 1986.

The 1943, 1966, and 1986 measurements were used for this analysis. The selected trees ranged in diameter from 5 to 57 cm dbh in 1943 and from 7 to 86 cm in 1986. Mean annual dbh growth per tree for the 43-year period was 0.44 cm, with a range from 0.03 to 0.91. In basal area per tree the mean growth rate was 22.9 cm²/yr. One *Dacryodes excelsa* that had a dbh of 5.8 cm in 1943 and survived the 43-year period in good health had grown to only 7.3 cm by 1986. In contrast, a *Manilkara bidentata* that was 7.6 cm dbh in 1943 grew to 42.7 cm in 1986. Among the larger trees one *Dacryodes* grew from 37.1 cm to 76.3 cm, yet it looked no more vigorous than much slower growing nearby trees of the same species.

Comparing the 1943-66 period with 1966-86, there was a decline in mean annual dbh growth for the selected trees from 0.55 cm to 0.31 cm. Part of this was presumably the natural decline due to increased tree diameters. However, the mean annual basal area increment of these trees also declined from 24.2 cm² to 21.5 cm². This is largely due to a decline in basal area increment of the forest as a whole, which was 9.7 m²/ha during the first period and only 1.7 m²/ha during the second. Apparently the present basal area of 36 m²/ha is near the maximum for the site.

Two-thirds of the basal area of these trees was accumulated during the 43 years they have been under measurement. Since basal area increment was greatest during the first half of this period there may well have been an earlier period with comparable increment. If so, the 1943 basal area of each tree, divided by the mean 1943-86 rate of basal area increment, plus the subsequent 43 years would indicate the period of years necessary to attain the size of the trees in 1986 if they grew at that average rate throughout. The results of these calculations are shown in Table 1.

The table illustrates two relationships. More than half of the trees selected have an indicated growth period of from 45 to 65 years. This period corresponds roughly to the 54-58 years since the 1928 and 1932 hurricanes, which have been the only severe storms of this century. Conceivably these trees were then saplings and, when liberated by the windthrow of competitors, grew at about the rates measured since then. A larger sample is to be analyzed to better support this postulation.

The other relationship is a lack of correlation between the indicated growth period and the present dbh of the trees. One tree of 7.3 cm dbh had an indicated growth

Table 1. Calculations of tree growth.

Indicated Growth period (yr)	Number of trees	Mean dbh 1986 (cm)
35- 45	2	39.6
45- 55	16	31.9
55- 65	7	45.1
65- 75	5	42.7
75- 85	1	85.7
85- 95	2	53.8
105-115	2	19.5
115-125	2	31.8

period of 117 years. Another in half that time grew from 7.6 cm to 76.3 cm. The indicated growth period explained only 2 percent of the variation in current dbh. For more than half of the trees, three quarters of their probable growth period was actually measured. The conclusion is not that the indicated growth period concept is necessarily the wrong approach. The explanation for these wide differences in growth rates is likely to be found in causes other than time-lapse. Means for assessing these causes are being analyzed on a much larger data base from various sites.

the basal area is 24 m²/ha. The mean dbh of the crop trees is 33 cm, with a range from 20 to 50 cm. Between 1981 and 1986 the diameter of the crop trees has increased at an average rate of 0.8 cm annually, and their collective volume has increased at a rate of 5.0 m³/ha.yr, more than double that of untreated cutover forest. Projections indicate that with such treatments Dacryodes excelsa of 60 cm dbh (suitable for furniture) and Manilkara bidentata of 40 cm dbh (suitable for turnery) can be produced together on a 67-year rotation.

Response of Cutover Forest to Liberation

Cutover subtropical wet forest in the Luquillo Mountains contains adequate natural regeneration on the more favorable sites. A tract of this forest has been under observation since a 1948 improvement felling reduced the representation of the least useful trees. At that time the understory contained a good stand of saplings and small poles of timber species. Further liberation in 1954 and 1965 left a stand of about 200 crop trees per hectare. Diameter growth appeared to be accelerating; so, in 1981 a plot was established to monitor individual tree growth. The number of crop trees at present is 194/ha, and

Mahogany Mensuration

The utilization of broadleaf mahogany (Swietenia macrophylla King) is almost exclusively limited to the heartwood. Measurements in a 41-year-old plantation (Venezuelan seed) at the Guajataca Scout Reservation in north-western Puerto Rico made possible the derivation of regressions for the volume of the heartwood based on dbh and merchantable height. A total of 105 trees were measured, ranging from 22 cm to 84 cm dbh, and in total height to 30 m. Bark thickness was ascertained with a bark gauge and sapwood thickness with an increment borer. Upper stem diameters were estimated with a pentaprism.

The significant equations follow:

Equation	r
$dib = 0.966 dob - 1.37$	0.99
$dh = 0.918 dob - 4.64$	0.99
$upper\ dob = 0.813 dbhob - 1.17 mh + 8.71$	0.92
$upper\ dib = 0.785 dbhob - 1.13 mh + 7.05$	0.92
$upper\ dh = 0.789 dbhob - 1.13 mh + 3.84$	0.92
$stemwood\ vob = (0.000059 dbhob^2)(mh) + 0.0419$	0.96
$stemwood\ vib = (0.000055 dbhob^2)(mh) + 0.023$	0.95
$hv = (0.000045 dbhob^2)(mh) - 0.0608$	0.93
$hv_{20} = (0.000046 dbhob^2)(mh) - 0.122$	0.90
$hv_{30} = (0.000517 dbhob^2 + 0.0572 mh - 1.03$	0.81

dib = diameter inside bark in cm; dob = diameter outside bark in cm; dh = diameter of heart wood in cm; dbh = diameter at breast height in cm; mh = merchantable height in m; vob = volume outside bark in m³; vib = volume inside bark in m³; and hv = heartwood volume in m³; hv₂₀ = heartwood volume of more than 20 cm diameter; hv₃₀ = heartwood volume of more than 30 cm diameter.

Forest Management Conference

During the week of 21-27 September 1986, the Institute of Tropical Forestry led an international conference titled "Management of the Forests of Tropical America: Prospects and Technologies." The conference was co-sponsored by the United States Agency for International Development, the International Society of Tropical Foresters, and the USDA-Forest Service.

The main objective of the activity was to consolidate through expert presentations and audience participation, and later publish and disseminate, a summary of practices and prospects for the management of forests in tropical America.

The conference was designed for forestry leaders and scientists, as well as practicing

foresters from the Neotropics. It was also publicized as of particular interest to tropical foresters in general, university forestry faculties, and students, as well as representatives from international donor organizations.

Some 200 participants from 29 countries representing areas of North, Central and South America, the Caribbean, Europe, Africa, Asia and Oceania attended. Most of those attending were middle-to-advanced level foresters with direct experience in the American Tropics.

The 27 invited papers covered aspects of the forest management outlook, the current management scene, natural forest management, plantations, future wood markets, communications and social forestry. Three additional contributed papers relevant to the proceedings were also presented. Papers are being edited.



INFO

FS INFO

JoAnne Fehelley
Information Specialist

The Institute's library is involved in a project that will increase its service capabilities. The U.S. Forest Service is developing an information network called FS INFO. It features a computer-based online bibliographic citation file and a network of service centers. FS INFO will serve not only a traditional library function, but also support other bibliographic activities. This network will link the information resources of the Forest Service's libraries, the U.S. Department of Agriculture's land grant university libraries, the National Agricultural Library, and others. The Forest Service libraries become information service centers and are the primary source of this information. The centers working in concert to form this network are: INFO TROPICS (Institute of Tropical Forestry Library, Rio Piedras, Puerto Rico); INFO SOUTH (formerly called SOUTHFORNET and located at the University of Georgia, Athens); INFO NORTH (North Central Forest Experiment Station Library, St. Paul, Minnesota); INFO FPL (Forest Products Laboratory, Madison, Wisconsin); INFO AK (Forestry Sciences Laboratory Library, Juneau, Alaska); INFO PSW (Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station Library, Berkeley, California); INFO RM (Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station Library, Fort Collins, Colorado); INFO INT (Intermountain Experiment Station Library, Ogden, Utah); INFO NW (University of Washington, Seattle); (the latter four centers formerly components of WESTFORNET), and the U.S. Department of Interior's Bureau of Land Management Library (Denver Federal Center, Colorado).

A FS INFO Central Unit will operationally support and maintain the online bibliographic citation file, coordinate, and facilitate all planning that is common to the service centers. This central unit will be located in the National Agricultural Library at Beltsville, Maryland. This agreement should be mutually beneficial to the National

Agricultural Library and to the U.S. Forest Service, as it will bring the library and information service functions of these two agencies into closer alignment and eliminate duplicate processing of library materials. This arrangement will enable the Forest Service to work with the National Agricultural Library in applying new technologies to our information services.

The FS INFO computerized online bibliographic citation file will consolidate the Forest Service's bibliographic holdings of both Forest Service publications and other forestry related printed material on a computer-based online searchable file. A contract has been established with the Online Computer Library Center Inc. using the LS2000 Data Base Management System on which our material will be constantly loaded. A Data General link to that system will enable Forest Service personnel to use their Data General terminals to access this FS INFO online bibliographic file. The online file service will prompt and instruct personnel, ensuring them a "user friendly" experience. Users can search a computer file of literature citations by title, author, date published, or indexed keyword. Users can identify an FS INFO Service Center having the published item, and request the item be sent to them.

This new concept establishes a readily accessible memory of the Agency's work and experiences for use by employees, cooperators, other agencies, and other governments. It has the potential of becoming a nationally and internationally recognizable source of natural resources-related information. Our information network will also extend the reach of Forest Service employees and other users of our services to information beyond the limits of Agency holdings through trained FS INFO professionals. We expect to have FS INFO operational in 1987.

Versión en Español

El presente documento es una traducción de un texto original en inglés. El texto original se encuentra en el archivo adjunto. La traducción ha sido realizada por un traductor profesional y se ha intentado mantener el significado y el estilo del texto original. Sin embargo, es posible que existan algunas diferencias entre la traducción y el texto original, especialmente en términos de matices y expresiones idiomáticas. Se recomienda leer el texto original para obtener una comprensión completa del contenido.

El presente documento es una traducción de un texto original en inglés. El texto original se encuentra en el archivo adjunto. La traducción ha sido realizada por un traductor profesional y se ha intentado mantener el significado y el estilo del texto original. Sin embargo, es posible que existan algunas diferencias entre la traducción y el texto original, especialmente en términos de matices y expresiones idiomáticas. Se recomienda leer el texto original para obtener una comprensión completa del contenido.

INVESTIGACION DE LA PLANTACION

John K. Francis
Dasonomo de Investigaciones

Desde mi llegada a Puerto Rico, hace un año, me he dedicado a terminar investigaciones previas y comencé una evaluación de la adaptabilidad de especies para plantaciones locales. Durante los últimos 50 años se han sembrado mas de 100 especies en plantaciones forestales de diversos tamaños. Los árboles en muchas de estas plantaciones tienen un tamaño casi aprovechable. El estudio continuará, hasta que cada especie prometedora se evalúe y la información sea publicada.

El trabajo de campo y los análisis sobre los miembros del género Araucaria están completos. Las araucarias producen madera suave de excelente calidad y representan una alternativa viable al ampliamente sembrado Pinus caribaea. Agathis robusta (Queensland kauri), una especie noraustraliana, se introdujo en la isla en 1937. Un individuo ha alcanzado un diámetro a la altura de pecho (dap) de 108 cm y una altura de 24 m. La forma y la poda natural son excelentes. La especie está sembrada en pequeña escala en bosques públicos locales.

La Araucaria cunninghamii (hoop-pine) de Nueva Guinea, está representada por una majestuosa plantación de 27 años y tres plantaciones de 6 años. El año pasado, la plantación mas antigua promediaba 24 m de altura y 31 cm de dap, pero ciertos individuos sobrepasaron los 30 m de altura y 50 cm de dap. El crecimiento en altura y diámetro es continuo. La forma es excelente, a pesar de que la poda natural es lenta. Un uso mas amplio de las especies en la plantación está actualmente limitado por la escasez de la

producción local de semilla. Se espera que esto cambie conforme los árboles maduren.

Una tercera especie, Araucaria heterophylla (Norfolk Island-pine), se siembra extensamente como ornamental. Crece cerca de 1 m/año en altura y 2 cm/año en diámetro, una tasa mas bien uniforme en todo Puerto Rico. Una valiosa madera tipo "knotty pine" puede ser aserrada de estos árboles. Los tallos de estas especies no son tan derechos como el de la A. cunninghamii. A pesar de que la especie parece tener una adaptabilidad mayor al lugar que el A. robusta o el A. cunninghamii, todavía no ha sido usada en las plantaciones forestales. Otras dos especies, Araucaria hunsteinii y Aracauria bidwillii, prometen en plantaciones muy limitadas. La Araucaria angustifolia (Pino de Parana) se ha sembrado en varios sitios de la isla. La mayoría de los individuos han muerto y los restantes carecen de vigor.

El estudio y análisis está completo para las tres especies del genero Khaya (caoba africana). Las tres son similares y parecen bien adaptadas al clima y suelos puer-torriqueños. El crecimiento y las preferencias de sitio son similares a las de Swietenia macrophylla. La madera es ligeramente inferior a la caoba para los usos tradicionales.

Las siembras de otras especies están todavía en proceso de evaluación. Particularmente interesantes han sido dos especies africanas Maesopsis eminii y Terminalia ivorensis.

INVESTIGACION COOPERATIVA: PLANTACIONES FORESTALES

John A. Parrotta
Universidad de Yale
Escuela de Estudios Forestales y Ambientales

El proyecto de Plantación Bio-Energética de Toa Baja entró en su segundo año en diciembre de 1985, con el apoyo continuo del Instituto, el Centro de Estudios Energéticos y Ambientales de la Universidad de Puerto Rico y el Instituto de Recursos Tropicales de la Universidad de Yale. El propósito de este proyecto, el cual se presentó en la Carta Anual 1984-85, es el de evaluar la influencia de la densidad inicial en el desarrollo del rodal, rendimiento de la biomasa y los patrones de distribución de nutrientes. La especie usada en este estudio es la Albizia lebbek (Mimosaceae), una especie nativa de Asia, de rápido crecimiento, fijadora de nitrógeno, naturalizada en la región del Caribe y usada mundialmente en plantaciones para combustible y sistemas agroforestales.

Entre noviembre de 1984 y septiembre de 1986, el crecimiento de los árboles se midió semanal y trimestralmente en cada una de las parcelas experimentales establecidas inicialmente con densidades de 2,500, 10,000 y 40,000 árboles/ha. Las características físicas y químicas del suelo dentro de cada parcela se evaluaron en intervalos de 8 meses. Los muestreos destructivos de plántulas seleccionadas, brinzales y árboles grandes de todas las parcelas se llevaron a cabo en julio de 1985 y enero de 1986. Sirvieron de base para estimar la producción de biomasa total, al igual que los patrones de distribución de biomasa y nutrientes. Para ello, se emplearon técnicas de análisis dimensionales.

Durante el segundo año de desarrollo de la plantación se observaron una serie de tendencias significativas. La competencia entre árboles sembrados en densidades altas tuvo

como resultado marcadas diferencias en las tasas de crecimiento entre los distintos tratamientos. Las parcelas mas densamente pobladas mantienen una mayor producción primaria neta, sin embargo, ha habido una disminución progresiva en las diferencias de producción por hectárea entre los tratamientos en los primeros cinco años de desarrollo. Se observa un incremento en las tasas de incorporación de nutrientes a densidades altas. Esto parece ser el resultado de la reducción en tamaño promedio de los árboles debidos al aumento en la densidad de la plantación y los incrementos concomitantes en la proporción de hojas y ramas pequeñas por unidad de biomasa aérea total. Las propiedades físicas del suelo, particularmente la capacidad de retención de humedad, han sido parcialmente responsables de las variaciones en crecimiento de árboles dentro de cada parcela. La competencia radical parece ser un factor dominante, responsable por las tempranas y sostenidas diferencias en la tasa de crecimiento promedio de árboles entre tratamientos.

Las características del rodal, tabuladas por densidad de tratamiento, para parcelas de plantación a los 18 meses después de ser establecidas se encuentran en la Tabla 1 (página 3).

La investigación en este lugar continuará concentrándose en el desarrollo del rodal y los patrones de distribución de biomasa/nutrientes durante las etapas posteriores de desarrollo. Se prestará especial atención a los cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo y el papel de la fijación de nitrógeno, tal como se ve afectado por la densidad de la plantación.

ESTUDIOS COOPERATIVOS EN EL MANEJO DE LAS PLANTACIONES DE PINO

Leon H. Liegel
Científico de Suelos

Se hizo un resumen sobre el efecto de los huracanes en los bosques de la isla como parte de la contribución del gobierno de los Estados Unidos al Plan de Acción Ambiental del Caribe. El financiamiento se hizo posible gracias a la Agencia del Desarrollo Internacional (ADI) de los Estados Unidos (Liegel y Lugo 1985).

Hay tanto ventajas como desventajas para el uso de plantaciones en las actividades de reforestación y forestación. Solamente una generalización parece ser cierta: se debe considerar todo país como un caso único, ya que cada isla o región tiene sus propios complejos de flora y fauna nativos, fertilidad inherente al lugar, y consideraciones específicas de bienestar socio-económico y mercadeo.

Un proyecto de reforestación exitoso tratará de equilibrar todos estos factores tan juiciosamente como el tiempo, el dinero y el personal lo permitan. Tanto los bosques naturales, como las plantaciones, son buenas alternativas forestales.

Se recibió una extensión de 1 año sin costo de ADI a fin de finalizar el estudio sobre crecimiento y rendimiento del Pino caribe en la cuenca Caribeña. Se han establecido mas de 160 parcelas en diferentes lugares de Costa Rica, Jamaica, Trinidad y Venezuela. Los suelos muestreados se analizaron en el Laboratorio de Suelos Tropicales de la Universidad de Carolina del Norte (NCSU), en Raleigh. El análisis de datos todavía se continua.

Las actividades del proyecto de Pino caribe en 1986 se centralizaron en el entrenamiento de extranjeros. Los gastos de estas personas se pagaron con fondos del Proyecto para las siguientes actividades:

-Dos jamaquinos visitaron el Departamento de Dasonomía en NCSU a fin de realizar estudios en procedimiento de campos y laboratorio con el fin de determinar la gravedad específica de la madera (Agosto 4-8).

-Siete personas, dos de Jamaica, dos de Costa Rica, dos de Trinidad y una de Venezuela, participaron en Puerto Rico en la Conferencia en Manejo de Bosques en América Tropical (Septiembre 21-27). El gerente del proyecto, Leon Liegel, regresó a Puerto Rico con el fin de asistir a la reunión y dirigir dos viajes de campo en los que todas las contrapartes del proyecto visitaron varios rodales de Pino caribe en las regiones este y oeste de la Isla.

-Cinco personas participantes de la conferencia viajaron a Venezuela, a fin de visitar los rodales de Pino caribe en las sabanas orientales. Sus visitas fueron auspiciadas por la Compañía Nacional de Reforestación (CONARE).

-Un costarricense visitó las areas alrededor de Cali, Colombia, a fin de revisar las técnicas de manejo y utilización de bosques naturales (29 de septiembre - 4 de octubre).

-Un trinitario fue elegido para participar en un curso de Administración y Manejo de Recursos Forestales auspiciado por la Universidad de Michigan (30 de septiembre - 25 de octubre). El viaje de estudio incluyó visitas a un número de localidades en la parte este de los Estados Unidos.

Peter L. Weaver
Dasonomo en Investigaciones

Inventario Forestal de San Vicente

El inventario forestal de San Vicente, una de las Antillas Menores localizada aproximadamente a 175 km al oeste de Barbados, se completó como parte del programa para evaluar los recursos forestales, desarrollar los lineamientos para su manejo, y adiestrar al personal forestal en técnicas de inventario (Birdsey et al. 1985). El esfuerzo fue financiado por la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (ADI) e involucró la cooperación de la División Forestal de San Vicente, el grupo de inventario forestal de Stakville, Mississippi y el personal del Instituto de Dasonomía Tropical.

Se proporciona una breve ojeada al ambiente forestal de la isla y se incluye una perspectiva histórica del mismo. Además de esto se incluyen datos en geología y fisiografía, clima, suelos, agricultura, recursos hídricos, vegetación natural, legislación forestal y los obtenidos en un reconocimiento de la plantación. El inventario mostró que el 38 por ciento de los 345 km² de San Vicente está cubierto por bosques, mas de la mitad de los cuales son secundarios. Los bosques primarios no perturbados se concentran en elevaciones mas altas y a grandes distancias de los caminos. Los volúmenes de madera para todo fuste sano con diámetro de 10 cm y una longitud mínima de 1 m promediaron aproximadamente 50 m³/ha en los bosques secundarios, 100 m³/ha en los bosques secundarios tardíos y cerca de 250 m³/ha en bosques maduros.

Con el continuo crecimiento poblacional de San Vicente y la posibilidad de un incremento en el turismo y el desarrollo de la pequeña industria, la demanda en el abastecimiento de agua se incrementará. El abastecimiento continuo de agua con buena calidad durante todo el año depende del mantenimiento de la cobertura forestal en las tierras de propiedad del gobierno en el interior de la

isla. Una mejor perspectiva de manejo de los bosques naturales sería mejorar las existencias de árboles maderables en los rodales de los bosques secundarios que ya cuentan con brinzales y árboles para postes deseables. La implementación del manejo del bosque natural en estos rodales requiere reconocimientos adicionales de su composición de especies y sus respuestas a la liberación.

Daños Causados por los Huracanes y su Recuperación en Puerto Rico

Las perturbaciones periódicas causadas por huracanes constituyen una fase integral en el crecimiento y desarrollo de los bosques en la región del Caribe. Los 35 años de recuperación en siete parcelas permanentes en el Bosque Colorado (bosque muy húmedo montano bajo sensu Holdridge, o bosque montano pluvial sensu Beard) de las montañas de Luquillo en Puerto Rico, cubriendo el período de 14 a 49 años despues de un perturbación mayor, se caracterizó por (Weaver 1986):

- tasas de incorporación y mortalidad de 20 troncos/ha-año o 1.1 por ciento del número inicial de troncos;
- desvío hacia árboles con mayores diámetros y altura;
- una reducción del 3 por ciento en el número de troncos en las clases de dosel intermedio y dominante y un incremento del 6 por ciento en el número de troncos suprimidos;
- un aumento de 1.9 por ciento en la gravedad específica media ponderada de todos los troncos incluyendo palmas y un incremento de 3.9 por ciento solamente para las dicotiledoneas;
- un cambio en la composición de especies con una pérdida de los pioneros,

reducción en las especies secundarias y un incremento en la dominancia de los árboles climax;

-una reducción en la riqueza de especies de 88 a 83 por ciento de todo el bosque;

-una reducción en el incremento de diámetro de 0.14 cm/año entre 1916-51 a 0.09 cm/año entre 1976-81 para todos los troncos sobrevivientes;

-un aumento en el volumen de madera del tronco y ramas de 217 a 254 m³/ha con un crecimiento neto de 1.06 m³/ha-año; y

-un incremento de la biomasa aérea leñosa de 122 a 145 t/ha con un crecimiento neto de 0.67 t/ha.año.

Los patrones de perturbación y recuperación parecen variar a lo largo de las gradientes altitudinales y topográficas dentro del Bosque Experimental de Luquillo. Las caídas por efectos del viento son mas comunes en los pisos altitudinales mas bajos donde existen grandes árboles en los valles y el rompimiento prevalece mas en las pendientes y crestas a elevaciones mas altas. En el Bosque de Colorado la recuperación de la biomasa parece lineal. En el Bosque de Tabonuco, a menos elevación, la recuperación se da a lo largo de una curva convexa. En el bosque enano, en las cumbres, la recuperación puede ser tambien lineal, aunque mas lenta que en el Bosque de Colorado.

Caoba Sembrada en Línea

La caoba híbrida (*Swietenia macrophylla* y *S. mahagoni*) sembrada a 3 m x 3 m en líneas cerca de Río Chiquito en bosque húmedo-subtropical (sensu Holdridge) de las montañas de Luquillo tiene una densidad de 373 árboles/ha y un área basal de 28.2 m²/ha después de 20 años (Weaver y Bauer 1983). El diámetro medio a la altura de pecho promedia 30.0 ± 0.6 cm y una altura media de 19.1 ± 0.2 cm. La biomasa aérea leñosa es de 136 t/ha y el volumen leñoso se estima en 247 m³/ha.

Los árboles localizados en las pendientes bajas y valles alcanzaron diámetros signifi-

cativamente mas grandes que aquellos en las pendientes medias, los que a su vez fueron significativamente mas grandes que los localizados en las crestas. Los árboles en la clase de dosel dominante fueron significativamente mas grandes en diámetro que los codominantes, los que a su vez fueron significativamente mas grandes que en los de clase de dosel intermedia.

Las recomendaciones para mejorar las plantaciones en línea incluyeron la compra de semillas de mejor calidad de fuentes confiables, control químico contra la plaga del barrenador de tallos en los viveros, y el uso mas riguroso del criterio publicado y citado por Dawkins para la conversión exitosa de las plantaciones en líneas.

Bosque Nublado Enano

Una investigación del bosque nublado enano localizado en las cumbres de las montañas de Luquillo mostró que 5 especies respondían por el 95 por ciento de los troncos con diámetro menor de 10 cm en 3 parcelas totalizando 0.22 ha (Weaver et al. 1986). La densidad media fue de 3671 ± 516 troncos/ha y un área basal media de 49.1 ± 9.2 m²/ha. La biomasa aérea leñosa en dos parcelas pequeñas de 36 m², una ubicada en una cresta y la otra a 100 m a sotavento, fueron de 43 y 110 t/ha respectivamente. El índice de área foliar en la cresta fue de 1.99, la tasa de biomasa foliar fue de 288 g/m² y el peso foliar específico fue 14.5 mg/cm². La tasa anual de caída de hojarasca promedio 0.85 g/m².dia (3.10 t/ha-año), de la cual el 70 por ciento fueron hojas, 9 por ciento madera y 12 por ciento material misceláneo.

La tasa promedio de restitución de nutrientes al suelo (kg/ha-año) fue de 23.9 para nitrógeno, 0.7 para fósforo, 4.3 para potasio, 16.3 para calcio y 7.6 para magnesio. El incremento medio anual en diámetro fue bajo, promediando solamente 0.03 ± 0.01 cm/año. Para árboles de al menos 2.5 cm en diámetro, la biomasa aérea se acumuló a una tasa promedio de 45 g/m²-año. La productividad primaria aérea neta fue de 3.84 t/ha-año.

Literatura Citada

- Birdsey, R.A., P.L. Weaver y C. Nicholls. 1985. The forest resources of St. Vincent. Pages 35-102 in USFS Institute of Tropical Forestry, Development, forestry, and environmental quality in the eastern Caribbean. Río Piedras, P.R.
- Weaver, P.L. 1986. Hurricane damage and recovery in the montane forests of Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science* 22(1-2):53-70.
- Weaver, P.L. y J. Bauer. 1983. Growth of line planted mahogany in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Proceedings of the Tenth Symposium on Natural Resources. Department of Natural Resources, San Juan, P.R.* p. 31-39 + 4 figs.
- Weaver, P.L., E. Medina, D. Pool, K. Dugger, J. Gonzalez-Liboy y E. Cuevas. 1986. Ecological observations in the dwarf cloud forest of the Luquillo Mountains. *Biotropica* 18:79-85.

Ariel E. Lugo
Ecólogo de Investigaciones

A fin de determinar el papel actual y futuro de las plantaciones tropicales en el ciclo global de carbono se recopilaron datos sobre las tasas de establecimiento de plantaciones y sus volúmenes comerciales por grupos de especies y clase de edades, las cuales se transformaron posteriormente en biomasa y finalmente en flujos de carbono (Brown et al. 1986). La tasa de establecimiento de plantaciones se ha incrementado dramáticamente desde 1940, dando como resultado en 1980 un área de cerca de 11×10^6 ha con mas del 60 por ciento de esta sembrada en la última década. La biomasa total de las plantaciones se estima que fluctue entre 0.65×10^9 y 2.22×10^9 t, o sea, aproximadamente el 1 por ciento de los bosques naturales (Tabla 1, página 7). La mayor parte de la biomasa (79 por ciento) se encuentra en plantaciones de 6 a 30 años. Estimamos que las plantaciones tropicales son pequeños sumideros de carbono atmosférico de $0.03-0.11 \times 10^9$ tC/año, la mayoría de los cuales se produce en las dos clases mas jóvenes (Tabla 2, página 7). A pesar de que este flujo es pequeño, puede ser suficiente para balancear las pequeñas fuentes de carbono del aprovechamiento de los bosques y otros cambios en el uso de las tierras en las zonas templadas.

El bosque de Guánica, con precipitación estacional promedio de 860 mm anuales, es uno de los bosques tropicales y subtropicales estudiados hasta la fecha (Murphy y Lugo 1986). Se compone de mas 12,000 tallos vivos por hectárea, de los cuales solamente el 2.3 por ciento y el 12 por ciento exceden a los 10 cms de dap o a 5 m de altura, respectivamente. De todos los tallos de mas de 2.3 cm de dap, 57 por ciento son tocones o brotes de raíces atribuibles a la tala de árboles ocurrida 50 años atrás. Los meses secos del invierno inducen a la caducidad máxima y se reflejan en una reducción del 50 por ciento del índice de área foliar, de aproximadamente 4.3 a 2.1. Aunque en menor magnitud, la caída de hojas se observó también en los meses medios de verano

que son moderadamente secos. En relación a los bosques mas húmedos, la riqueza de las especies y la biomasa comunal total es baja. Cerca del 50 por ciento de la biomasa total de la plantas vivas de 89.9 t/ha es subterránea (Figura 1, página 8), una proporción mas alta que para cualquier otro bosque comparable medido hasta ahora.

La distribución de nutrientes N, P y K en el suelo y la vegetación y su movilidad a través de la hojarasca y descomposición en los rodales maduros y sucesionales fueron estudiadas en el bosque de Guánica (Lugo y Murphy 1986). Los suelos del Bosque de Guánica tienen altos valores totales de N (9100 kg/ha). Sin embargo, un alto Ca extractible (4000 mg/g) y un pH (7-8) podrían explicar porque solo 1.3 y 25 por ciento del total de P y K, respectivamente, fueron extractibles. El almacenamiento total del ecosistema de N, P y K fue de 10,300, 1,900 y 7,700 kg/ha, respectivamente. El retorno a traves de la caída de hojarasca fue de 26, 18 y 180 por ciento por año de N, P y K almacenados en el compartimiento de hojarasca sobre suelo. Los árboles retrasladaron cerca del 30 y 65 por ciento del N y P requeridos para satisfacer la producción primaria neta (Tabla 3, página 9) e inmovilizaron el P en las raíces muertas. La descomposición foliar es lenta, 7.3 años para el 95 por ciento de descomposición y el K desapareció mas rápido que la masa, el P tan rápido como la masa y la ceniza y N mas lentamente que la masa. La eficiencia de uso del P medida en la caída de hojarasca fue mas alta al compararse con otros bosques tropicales, mientras que el N y el K fueron similares al de otros bosques templados y tropicales. El corte y rebrote de la vegetación resultó en diferencias en la concentración de nutrientes en la caída de hojarasca y eficiencia de uso de los nutrientes de la vegetación sucesional.

Se puso a prueba la hipótesis de que el contenido de materia orgánica de los suelos de los bosques tropicales es oxidado a dióxido de

carbono atmosférico cuando estos suelos se convierten en terrenos agrícolas. Para ello se utilizaron los resultados de los reconocimientos de suelos en Puerto Rico (1940's, 1960's y 1980's; Lugo et al. 1986). Los resultados mostraron que bajo uso agrícola intenso, el carbono en los 18 cm de la superficie del suelo era cerca de 30.37 t/ha, sin importar las variaciones climáticas. Una reducción en la intensidad de uso agrícola resultó en un incremento en el carbono del suelo de orden de 0.3-0.5 t/ha-año en un período de mas de 40 años. Las tasas de acumulación de carbono en el suelo se relacionaron inversamente con el contenido de arena del suelo. Las relaciones entre tasas de acumulación de carbono del suelo y clima o textura del suelo estuvieron mejor definidas cuando el contenido de carbono en el suelo era mayor. Los suelos bajo pastizales acumularon carbono y generalmente contenían cantidades similares o mayores que los suelos de los bosques maduros adyacentes (60-150 t/ha en los 25 o 50 cms de la superficie). Los suelos en climas húmedos mostraron variaciones mas grandes en el contenido de carbono con cambios en el uso de la tierra (ambos en términos de pérdida y recuperación) que los suelos en climas secos. Sin embargo, en todas las zonas de vida estudiadas, la recuperación del carbono del suelo después del abandono de la agricultura fue mas rápido de lo que se

asumió. Las relaciones carbono-nitrógeno bajas sugieren que los suelos usados intensamente pueden ser estables en su capacidad de retención de nutrientes. La elasticidad observada de esos suelos sugirió que su papel como fuentes de carbono atmosférico se ha sobreestimado, mientras que su rol como sumidero de carbono ha sido subestimado.

Literatura Citada

- Brown, S., A.E. Lugo y J. Chapman. 1986. Biomass of tropical tree plantations and its implications for the global carbon budget. *Canadian Journal of Forest Research* 16:390-394.
- Lugo, A.E., M.J. Sanchez y S. Brown. 1986. Land use and organic carbon content of some subtropical soils. *Plant and Soil* 96:185-196.
- Lugo, A.E. y P.G. Murphy. 1986. Nutrient dynamics of a Puerto Rican subtropical dry forest. *Journal of Tropical Ecology* 2:55-72.
- Murphy, P.G. y A.E. Lugo. 1986. Structure and biomass of a subtropical dry forest in Puerto Rico. *Biotropica* 18:89-96.

INVESTIGACION COOPERATIVA SOBRE LA COTORRA PUERTORRIQUEÑA

James W. Wiley, M. Kelly Brock y Gerald Lindsey
Centro de Investigaciones Patuxent de la Vida Silvestre
Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos

y

Jan Kalina y Wayne Arendt
Biologos de Vida Silvestre

La población silvestre de la cotorra puertorriqueña (*Amazona vittata*) ha mostrado un lento crecimiento hasta alcanzar el nivel actual de 31 individuos. Una población de 39 individuos se mantiene en cautiverio en el Bosque Experimental de Luquillo como una fuente adicional de aves y como un seguro contra alguna catástrofe natural. En ambas poblaciones los esfuerzos de reproducción y productividad han sido bajos. Las investigaciones se centran en mejorar el anidamiento exitoso y la sobrevivencia de las aves silvestres.

Investigación Sobre la Cotorra Silvestre

La población silvestre a finales de agosto de 1986 se mantuvo en un mínimo de 31 pájaros, incluyéndose 4 polluelos (Tabla 1, página 11).

Ocho pares de cotorras puertorriqueñas mostraron comportamiento territorial durante el período de apareamiento en 1986, pero se sabe que solo 4 de ellas produjeron huevos (Tabla 1, página 11). Tres parejas criaron polluelos, pero solo 2 parejas emplumaron un total de 4 polluelos volantones: 3 del nido Bifurcación Este #3 (incluyéndose 2 adoptados del nido de la Bifurcación Oeste) y 1 del nido de la Bifurcación Oeste. A los cuatro se les instalaron radio-transmisores (los detalles mas adelante) y bandas de metal numeradas en las patas. Dos polluelos en el tercer nido, los cuales se infestaron por la larva de la mosca (*Philornis pici*), mostraron un retraso en crecimiento y desarrollo del plumaje por lo cual se llevaron a cautiverio durante el período de emplumamiento.

Estudios de Radio-Telemetría

Se diseñó un transmisor de 7 g (2.5 por ciento de peso corporal promedio) para ser usado en las cotorras puertorriqueñas. El cuerpo del transmisor es cóncavo con un collar de acero inoxidable (husillo de pesca marina de 120 libras) recubierto con un tubo plástico reducible al calor con el cual se sujeta a la cotorra. Este transmisor tiene una vida media promedio de 110 días y un rango de señal (línea de visión) de 2.5 km.

En septiembre de 1985, tres volantones empollados en cautiverio y a los cuales se les instaló un radio-transmisor, se dejaron en libertad luego de un período de acondicionamiento en el aviario. Durante el acondicionamiento estos fueron expuestos a alimentos naturales y se les dio un entrenamiento de aversión usando un falcón entrenado. Una vez en libertad, los pájaros jóvenes se dispersaron y no hicieron contacto de inmediato con la bandada silvestre. Dos individuos murieron a la semana de ser liberados, probablemente por causa de un depredador. El otro pájaro sobrevivió por lo menos hasta la mitad de mayo de 1986, donde se observó un grupo de cotorras puertorriqueñas a aproximadamente 4 km del lugar donde fueron liberados. Se había integrado con la población silvestre y se comportaba normalmente.

Se recopilaron los datos básicos para calcular la precisión de triangulación telemétrica en el Bosque Experimental de Luquillo y están siendo reanalizados a fin de determinar los polígonos de error, error promedio y las varianzas del error para los transmisores

ubicados a 2 distancias en el bosque y a 2 alturas sobre el nivel del terreno.

Los datos telemétricos están siendo recogidos de 4 polluelos volantes a los cuales se les sujetó un radio y que volaron en 1986 de 2 nidos silvestres (BO y BE #3) para así determinar sus patrones de movimiento, sobrevivencia y causas de mortalidad durante los primeros 4 meses después de dejar el nido. Los volantes permanecieron en sus respectivos nidos por las 3 semanas siguientes al primer vuelo, luego se movilizaron a otras áreas dentro del Bosque Experimental de Luquillo. Los 3 volantes del grupo familiar Bifurcación Este se movizaron a 2 km de sus nidos al valle de Caimitillo, un área de recreación mejorada del Servicio Forestal de los Estados Unidos, con un uso humano alto. Permanecieron allí 2 semanas y luego se movizaron a un valle de 5.5 km del nido de la Bifurcación Este, donde se integraron a un grupo de 10-20 cotorras e hicieron vuelos diarios regulares con esta bandada.

El único polluelo volante de la Bifurcación Oeste se movilizó a 1 km de su nido al Valle de Caimitillo. Ocupó el área recreacional por 6 semanas y permaneció separado del resto de los volantes de la Bifurcación Este, a pesar de que ambos grupos familiares ocuparon el Valle de Caimitillo por un período de 2 semanas. El volante de la Bifurcación Oeste no se ha unido a la bandada de adultos, pero se ha visto ocasionalmente a una o mas cotorras adultas con este.

Control de Competidores

Se finalizó un estudio acerca del uso de agentes químicos para el control del parasitismo de *Philornis* en las cotorras, utilizando como animal experimental al zorzal pardo (*Margarops fuscatus*). En 1985, los polluelos de zorzal pardo se trataron con Atroban (concentrado emulsificable al 11 por ciento), lo cual brindó cierta protección contra las moscas parásitas, pero esta protección duró solo cerca de 7 días, después de los cuales los polluelos se llenaron de larvas parásitas. Usar Atroban en forma atomizada (en vez de la aplicación local) produjo un control superior

de las larvas de moscas. Basándose en estos experimentos se recomendó que no se use Atroban en los nidos de cotorra debido a algunas limitaciones y peligros.

Productividad de las Cotorras Puertorriqueñas y Dominicanas en Cautiverio

La población en cautiverio consta de 39 aves: 13 machos, 18 hembras y 8 individuos a los cuales no se les ha determinado el género.

Siete cotorras puertorriqueñas hembras empollaron 53 huevos, pero solamente dos pares pusieron huevos fértiles (por lo menos 11 fértiles y uno se rompió antes de poder determinar su fertilidad) lo cual dio como resultado tres polluelos (27.3%; todos se dejaron en cautiverio; Tabla 2, página 13). Seis hembras, incluyendo los pares que produjeron huevos fértiles, se indujeron a producir nidadas de reemplazo por medio del reemplazo de la nidada completa (nidada doble o triple) o por remoción secuencial de cada huevo. La hembra a la cual se le permitió una nidada normal produjo una nidada de 4 huevos (la nidada normal es de 3-4 huevos), mientras que las 3 hembras usadas en los experimentos de doble y triple nidada pusieron un promedio de 6.3 huevos. Las tres hembras cuyos huevos se removieron secuencialmente pusieron una nidada promedio de 10 ± 1.4 huevos, en comparación con 4 ± 0 huevos en la hembra de nidada normal.

Población de Cotorras Dominicanas

Seis hembras pusieron un total de 36 huevos, de los cuales 9 los pusieron hembras solas. Las parejas heterosexuales produjeron 27 huevos fértiles, de los cuales salieron 10 polluelos (37%; Tabla 2, página 13). A dos hembras se les indujo experimentalmente a poner nidadas mas grandes por medio de remoción secuencial de huevos, lo cual produjo una nidada promedio de 10 ± 1.4 huevos, en comparación con 4 ± 0 huevos de las nidadas sin manipular ($n = 4$).

La investigación sobre inseminación artificial (IA) se llevó a cabo en cotorras

dominicanas y los resultados se emplearon experimentalmente en las cotorras puertorriqueñas. Se pudieron recoger pequeñas muestras de semen de ambas especies.

Evaluación

La recuperación de la cotorra puertorriqueña tiene una perspectiva bastante optimista. La fertilidad de los huevos en las nidadas silvestres se mantiene alta, sin embargo, no ha habido reclutamiento de aves en la población reproductora. El número de polluelos empollados silvestremente bajo 66 por ciento en comparación con la temporada de 1985, a pesar de que 7 polluelos de nidadas silvestres se añadieron a la manada en cautiverio. La recuperación va a ser lenta por las características demográficas de la especie.

Las investigaciones llevadas a cabo este año han producido valiosa información en el uso de la telemetría para el estudio de las cotorras y otros animales en los bosques pluviales tropicales. Investigaciones ulteriores están encaminadas a desarrollar un transmisor con una vida de campo de un año y a la

evaluación del mecanismo de desprendimiento del collar, el cual automáticamente desprenda el transmisor de la cotorra después que la unidad deje de funcionar.

Los datos telemétricos proporcionan una valiosa información acerca de los patrones de movilización y sobrevivencia de las cotorras puertorriqueñas para los primeros 4 meses siguientes al emplumamiento y posterior vuelo. Estos datos se relacionaran también con las características ambientales del Bosque de Luquillo. El desarrollo de un paquete transmisor que dure de 110-150 días a un año permitirá la recogida de datos en patrones de actividades estacionales y anuales y de sobrevivencia durante el crítico primer año siguiente al emplumamiento y primer vuelo.

El mantenimiento de la baja fertilidad entre las parejas en cautiverio pone trabas al progreso del programa. Los resultados preliminares en la utilización de técnicas de inseminación artificial en cotorras en cautiverio son alentadores. En el futuro las técnicas deben ser perfeccionadas y utilizadas en cotorras en cautiverio durante la próxima época de apareamiento.

Wayne J. Arendt
 Biólogo en Vida Silvestre

Investigación Finalizada

Estudios Sobre Ectoparasitismo

Este año se publicaron los resultados del estudio sobre la patogénesis de myasis en los polluelos de zorzal pardo (*Margarops fuscatus*) por la mosca *Philornis*, llevados a cabo en el Bosque Experimental de Luquillo (Uhazy y Arendt 1986). Se pudo demostrar que la larva filormida penetra el integumento del hospedero, crece y se desarrolla entre la dermis y el músculo hasta su tercera etapa larval y posterior transformación en crisálida (3-7 días). El movimiento subcutáneo de la larva es mínimo. Esta se alimenta de los tejidos del hospedero, globulos rojos, monocitos que se infiltran de focos de acumulación adjuntas a la lesión y restos necróticos celulares que se acumula en la lesión producida. Posterior a la evacuación de la larva, se inicia la reparación de las lesiones cavernosas mediante la producción de un exudado fibrinoso muy organizada. Los macrófagos y las células plasmáticas predominan en el área inmediata, con congestión vascular en los tejidos circundantes. Durante la etapa de anido, los polluelos del zorzal sufren de una serie de infestaciones larvales. La larva utiliza la mayoría de los nutrientes que se necesitan para el crecimiento y desarrollo del polluelo, cuya consecuencia es la muerte de muchas crías de zorzal.

Evaluación de la Vida Silvestre

Este año se publicaron también los resultados parciales de la evaluación de la vida silvestre de Montserrat (Arendt y Arendt 1986). Durante una intensa operación de anillamiento en mayo de 1984 en la región de las montañas centrales (Centre Hills), localizada a lo largo de la cadena interior de montañas, capturamos un zorzal pardo con pico deforme. La deformidad, en vez de congénita, parecía haber sido causada por una fractura en

la mandíbula inferior (dentaria), la cual permitió el crecimiento desmedido de la "ramfoteca" que cubre el maxilar. Mediante la utilización de 9 caracteres morfométricos se comparó el zorzal pardo deforme con otros 82 aparentemente normales y se demostró que el pájaro herido era joven, probablemente en su segundo año de vida. Con toda la evidencia disponible (cuerpo y medidas apendiculares), el zorzal pardo herido parecía normal. Al principio pensamos que sobreviviría a pesar de su accidente. Sin embargo, luego de un examen minucioso de su pico y plumaje, encontramos que no podía por sí solo limpiar ni arreglar su plumaje adecuadamente y tenía una severa infestación de piojos (*Mallaphaga: Myrsidea* sp.). A juzgar por la severidad de la infestación de ectoparásitos y las pobres condiciones del plumaje, supusimos que, a pesar de que este individuo podía alimentarse por sí mismo, podría encontrar una muerte temprana a causa de su lesión. Esta puede ser la suerte de un gran porcentaje de aves que sufren lesiones en su picos.

Estudios de Aves Migratorias

El interés internacional por la salud y el futuro de la población de aves migratorias terrestres de Norte América va en aumento. En junio, fui invitado por el Consejo Internacional para la Conservación de Aves a escribir un resumen del estado de las aves migratorias de Norte América en el Caribe y a participar en el Simposio sobre Aves Migratorias en los Neotrópicos durante su XIX Congreso Mundial llevado a cabo en Kingston (Ontario), Canada.

Estudios Sobre Comunidades de Aves

Nuestros estudios a largo plazo sobre dinámica poblacional de aves continúan en Puerto Rico y la República Dominicana. A fin de resumir el estado de las aves terrestres migratorias en Puerto Rico, analicé 12 años de

datos de anillamiento de nuestra estación anilladora en el Bosque Seco de Guánica. Comparé las aves residentes y las migratorias, mediante la comparación anual del número total de especies e individuos (Tabla 1, página 16) y no encontré tendencia aparente en este análisis. A pesar de que los números para especies residentes y migratorias e individuos variaron con el tiempo debido a factores ecológicos y climáticos, no se observaron cambios poblacionales evidentes en los dos grupos.

También analicé el número total de individuos de cada especie migratoria a través de los últimos 12 años de muestreo (Tabla 2, página 17). Los dos residentes invernales mas comunes son la Candelita (Setophaga ruticilla) y la Reinita trepadora (Mniotilta varia). Estas dos especies muestran un alto grado de filopatria (tenacidad al lugar, i.e., regreso a la misma localidad en años subsecuentes), tal como lo hace la Pizpita dorada "Ovenbird" (Seturus). La Reinita anaranjada (Protonotaria citrea), a pesar de no presentarse en gran número en Guánica, parece ser específico en sus lugares de invierno como se observa con el regreso en años posteriores de 2 de 5 individuos registrados.

Al dividir el período de muestreo en dos períodos de 6 años, se observa una tendencia a la disminución en 4 de las 12 especies. El número de individuos de 3 especies (Pizpita dorada, Ovenbird; Reinita del norte, Northern Parula; y la Reinita de costa o tigrina, Cape May Warbler [Dendroica tigrina]) disminuyó cerca de 60 por ciento. Aun es mas llamativa la baja de las Reinitas galanas (D. discolor), cuyo número bajó de 16 individuos en el primer período de 6 años a solo 1 durante los 6 últimos años de muestreo. También se observaron bajas en la población de Reinitas galanas en los Estados Unidos. Solo una especie, la Reinita viuda (Wilsonia citrina) mostró un incremento de 75 por ciento durante los últimos 6 años de anillamiento.

En retrospectiva (Tabla 1, página 16) mientras el número de individuos de especies

residentes de aves se incrementó de 471 capturados durante el primer período de 6 años a 562 individuos durante el segundo período, el número de individuos migratorios disminuyó de 134 durante el primer período de 6 años a 90 individuos durante el segundo período de 6 años, una baja de cerca de un tercio. Debe darse énfasis que estos son solamente tendencias.

Para resumir el estado de las aves terrestres migratorias en la República Dominicana analicé datos que recogí durante mi estadía de 2 años en ese país durante mi servicio con los Cuerpos de Paz. De 1976 a 1978 registré 28 especies de aves terrestres migratorias. Veinte (70 por ciento) de las especies eran Reinitas paridas. De cerca de 3,000 individuos migratorios observados las Candelitas y las Reinitas de costa constituían mas del 40 por ciento (cerca de 20 por ciento cada uno) del total de observaciones con la Reinita del norte y la Reinita trepadora, cada uno con cerca del 10 por ciento del total.

Los estudios a largo plazo de las comunidades de aves en la Republica Dominicana continuaron el año pasado. Durante diciembre (23-25) 1985, se muestrearon aves migratorias en la estación anilladora en el bosque mareal de manglares cerca de Sánchez, una pequeña villa pesquera en el area de la Bahía de Samana. Se capturaron cerca de 140 aves, comprendiendo 9 especies migratorias y 8 especies nativas residentes (permanentes). De los 128 individuos migratorios capturados, 16 (13 por ciento) habían regresado del año anterior. Catorce de las 97 Pizpitas de mangle (Seiurus noveboracensis) anillados este año también habían regresado, al igual que 1 de las 10 Reinitas trepadoras y 1 de las 6 Reinitas gusaneras (Helminthos vermivorus). Sorprendentemente, mientras 5 de las 9 especies residentes capturadas fueron las mismas en ambos años, solamente 2 de las 8 especies residentes se capturaron en ambos años. Este es un gran contraste con la estación anilladora del Bosque Seco de Guánica. En el bosque seco la composición de especies residentes permanece casi igual cada año.

Literatura Citada

Arendt, W.J. y A.I. Arendt. 1986. Bill deformity in a Pearly-eyed Thrasher from Montserrat, West Indies. North American Bird Bander 11:51-52.

Uhazy, L.S. y W.J. Arendt. 1986. Pathogenesis associated with philornid myiasis (Diptera: Muscidae) on nestling Pearly-eyed Thrashers (Aves: Mimidae) in the Luquillo Rain Forest, Puerto Rico. Journal of Wildlife Diseases 22:224-237.

Frank H. Wadsworth y Julio C. Figueroa
Dasonomo de Investigaciones y Botánico

Libro sobre Producción Forestal

La proyectada referencia para las escuelas de dasonomía "Producción Forestal para la América Tropical" se encuentra en su fase final de redacción. Mas de la mitad del texto ha tenido ediciones primarias y tres capítulos están siendo revisados por el autor. Solo falta la revisión de expertos antes que el texto esté listo para la revisión editorial final por la Oficina de Impresión del Gobierno.

Tendencias de Crecimiento de los Arboles

Los registros sobre el crecimiento diametral de los tallos de los árboles en el Bosque Experimental de Luquillo se han llevado a cabo por un tiempo suficientemente largo para mostrar las tendencias de crecimiento de una porción significativa en la vida de los árboles. Como preparativo para la Conferencia en Manejo de Bosques en América Tropical, una muestra de 39 árboles de 10 especies de un bosque entresacado en la zona de vida húmeda subtropical fue analizada. Dentro de esta parcela de 0.72 ha existen 71 especies arborescentes, 1,390 árboles/ha. El rodal se cortó selectivamente para sus dos especies maderables mas grandes entre 1930 y 1950. Se han efectuado mediciones de los diámetros de los árboles dentro de esta parcela 12 veces entre 1943 y 1986.

Las mediciones de 1943, 1966 y 1986 se usaron para este análisis. Los árboles seleccionados variaron en diámetro de 5 a 57 cm de dap en 1943 y de 7 a 86 cm en 1986. El dap medio anual por arbol para un período de 43 años fue de 0.44 cm, con una variación de 0.03 a 0.91. En el area basal por arbol la tasa de crecimiento media fue de 22.9 cm²/año. Una *Dacryodes excelsa* que tenia un dap de 5.8 cm en 1943 y la cual sobrevivió un período de 43 años en buenas condiciones había crecido solamente 7.3 cm hasta 1986. En contraste, una

Manilkara bidentata que tenía 7.6 cm de dap en 1943 creció hasta 42.7 cm en 1986. Entre los árboles mas grandes un *Dacryodes* creció de 37.1 cm a 76.3 cm y no se le veía mas vigoroso que a los árboles cercanos de crecimiento mas lento de la misma especie.

Comparando el período de 1943-66 con el de 1966-86, hubo una baja en el crecimiento medio anual dap para los árboles seleccionados de 0.55 cm a 0.31 cm. Esto se debe en parte a la baja natural debido a los diámetros incrementados de los árboles. Sin embargo, el incremento del area basal de estos árboles también disminuyó de 24.2 cm a 21.5 cm. Esto es principalmente el resultado en el incremento de area basal total del bosque que fue de 9.7 m²/ha durante el primer periodo y solo 1.7 m²/ha durante el segundo. Aparentemente el area basal actual de 36 m²/ha esta cerca del valor máximo para el lugar.

Dos tercios del area basal de estos árboles se acumuló durante los 43 años que se ha estado midiendo. Ya que el incremento del area basal fue mas grande durante la primera mitad de este período pudo muy bien haber un periodo anterior con un incremento comparable. Si así fuera, el area basal de cada arbol para 1943, dividida entre la tasa media de incremento de area basal para 1943-86, mas los 43 años subsecuentes indicarían el período de años necesarios para alcanzar el tamaño de los árboles en 1986, si ellos crecieron a una tasa promedio. Los resultados de estos cálculos se muestran en la Tabla 1 (página 21).

La Tabla ilustra dos relaciones. Mas de la mitad de los árboles seleccionados tienen el período de crecimiento indicado de 45 a 65 años. Este período corresponde a los 54-58 años desde los huracanes de 1928 y 1932, que han sido las únicas tormentas severas de este siglo. Es de imaginar que estos árboles hayan sido brinzales y que al ser liberados de sus competidoras por la acción del viento crecieron con las tasas medidas desde entonces.

Una muestra mas grande debe analizarse para apoyar mejor este postulado.

La otra relación es la falta de correlación entre el período de crecimiento indicado y el actual dap de los árboles. Un árbol de 7.3 cm dap tenía un período de crecimiento indicado de 117 años. Otro en la mitad de ese tiempo, creció de 7.6 cm a 76.3 cm. El período de crecimiento indicado explicó solo el 2 porciento de la variación en el actual dap. Para mas de la mitad de los árboles, los tres cuartos de su período de crecimiento probable se han medido realmente. La conclusión no es que el concepto de período de crecimiento indicado sea necesariamente el enfoque equivocado. La explicación de estas diferencias tan amplias en las tasas de crecimiento es mas adecuada de encontrarse en causas diferentes al lapso de tiempo. Los medios para evaluar estas causas estan siendo analizadas en base de datos mas amplios de varios sitios.

Respuesta del Bosque Entresacado a la Liberación

El bosque entresacado húmedo subtropical en las Montañas de Luquillo tiene una adecuada regeneración natural en los sitios mas favorables. Un área de este bosque ha estado en observación desde que una tala de mejoramiento en 1948 redujo la representación de los árboles menos útiles. En esa época el sotobosque contenía un rodal bueno de brinzales y pequeños postes de especies madereras. Una liberación posterior de 1954 y 1965 dejó un rodal de cerca de 200 árboles

aprovechables por hectárea. El crecimiento en diámetro pareció acelerarse, así que, en 1981 una parcela se estableció a fin de medir el crecimiento individual de los árboles. El número de árboles aprovechables actualmente es de 194/ha, y el área basal es de 24 m²/ha. El dap medio de los arboles aprovechables es de 33 cm, con una variación de 20 a 50 cm. Entre 1981 y 1986 el diámetro de los árboles aprovechables ha aumentado con una tasa anual promedio de 0.8 cm y su volumen colectivo se ha incrementado a una tasa de 5.0 m³/ha-año, mas del doble que el bosque entresacado sin tratamiento. Las proyecciones indican que con tales tratamientos el Dacryodes excelsa de 60 cm dap adecuada para muebles y la Manilkara bidentata de 40 cm de dap adecuadamente para tornería pueden producirse juntas en una rotación de 67 años.

Medición de la Caoba

La utilización de la caoba de hoja ancha (Swietenia macrophylla King) está exclusivamente limitado a duramen. Las mediciones en una plantación de 41 años (semilla venezolana) en la Reservación Scout de Guajataca al noreste de Puerto Rico, hicieron posible la derivación de las regresiones para el volumen del duramen, basándose en el dap y en la altura comercial. Se midieron un total de 105 árboles, variando de 22 a 64 cm de dap y con una altura total de 30 m. El grosor de la corteza fue determinado con un medidor de corteza y el grosor de la albura con un barreno. Los diámetros superiores de los troncos fueron estimados con un pentaprisma. La siguiente ecuación es muy significativa:

Ecuación	r
ddc = 0.966 dfc - 1.37	0.99
dd = 0.918 dfc - 4.64	0.99
ddf superior = 0.813 dapfc -1.17 ac + 8.71	0.92
ddc superior = 0.785 dapfc -1.13 ac + 7.05	0.92
dd superior = 0.789 dapfc -1.13 ac + 3.84	0.92
madera del tronco vfc = (0.000059 dapfc ²)(ac) + 0.0419	0.96
madera del tronco vdc = (0.000055 dapfc ²)(ac) + 0.023	0.95

Ecuacion	r
$vd = (0.000045 \text{ dapfc}^2)(ac) - 0.0608$	0.93
$vd_{20} = (0.000046 \text{ dapfc}^2)(ac) - 0.122$	0.90
$vd_{30} = (0.000517 \text{ dapfc}^2 + 0.057 \text{ ac} - 1.03$	0.81

ddc = diámetro dentro de la corteza en cm; dfc = diámetro fuera de la corteza en cm; dd = diámetro del duramen en cm; dap = diámetro a la altura del pecho en cm; ac = altura comerciable en m; vfc = volumen fuera de la corteza en m³; vdc = volumen dentro de la corteza en m³; vd = volumen del duramen en m³; vd₂₀ = volumen del duramen de mas de 20 cm de diámetro; vd₃₀ = volumen del duramen de mas de 30 cm de diámetro.

Conferencia sobre el Manejo Forestal

Durante la semana del 21 al 27 de septiembre de 1986, el Instituto de Dasonomía Tropical condujo una conferencia internacional denominada "Manejo de los Bosques en America Tropical: Prospectos y Tecnología". La conferencia fue co-auspiciada por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, la Sociedad Internacional de Dasonomos Tropicales y el Servicio Forestal de los Estados Unidos.

El principal objetivo de la actividad fue consolidar a través de presentaciones de expertos y con participación y posterior publicación y diseminación de un resumen de las prácticas y prospectos para el manejo de los bosques en America Tropical.

La conferencia fue diseñada para líderes forestales y científicos, tanto como para dasonomos de los neotrópicos. Fue publicitada

como de particular interés para los forestales en general, profesores forestales universitarios y estudiantes, tanto como para los representantes de las agencias donantes internacionales.

Asistieron alrededor de 200 participantes de 29 países representando las áreas de América del Norte, Centro y Sur América, el Caribe, Europa, Africa, Asia y Oceanía. La mayoría de los participantes eran forestales de nivel medio-a-avanzado con experiencia directa en los trópicos americanos.

Las 27 ponencias invitadas cubrían los aspectos sobre la visión del manejo forestal, la escena del manejo actual, el manejo del bosque natural, las plantaciones, futuros mercados madereros, comunicaciones y dasonomía social. También se presentaron tres ponencias de importancia para los procedimientos. Los trabajos presentados están en el proceso de edición.

FS



INFO

FS INFO

JoAnne Feheley
Especialista en Informacion Tecnica

La biblioteca del Instituto está involucrada en un proyecto que incrementara su capacidad de servicio. El Servicio Forestal de los Estados Unidos está desarrollando una red de información llamada "FS INFO". Cuenta con una línea computarizada de archivo de citas bibliográficas y una red de centros de servicio. "FS INFO" cumplirá no solo con la función tradicional de la biblioteca, sino que también apoyara otras actividades bibliográficas. Esta red unirá los recursos de información de las bibliotecas del Servicio Forestal, bibliotecas universitarias de donación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, la Biblioteca Nacional de Agricultura y otras. Las bibliotecas del Servicio Forestal se convertirán en centros de servicios de información y son la fuente primaria de esta información. Los centros que están trabajando en conjunto para formar esta red son los siguientes: INFO ITF (Biblioteca del Instituto de Dasonomía Tropical, Río Piedras, Puerto Rico), INFO SOUTH (anteriormente llamada SOUTH FORNET y localizada en la Universidad de Georgia, Athenas); INFO NORTH (Biblioteca de la Estación Experimental Norcentral de Dasonomía, St. Paul, Minnesota); INFO FPL (Laboratorio de Productos Forestales, Madison, Wisconsin); INFO AK (Biblioteca del Laboratorio de Ciencias Forestales, Juneau, Alaska); INFO PSW (Biblioteca de la Estación Experimental Bosque Pacífico Suroeste, Berkeley, California); INFO RM (Biblioteca de la Estación Experimental Bosque Montañas Rocosas, Fort Collins, Colorado); INFO INT (Biblioteca de la Estación Experimental Intermontañosa, Ogden, Utah); INFO NW (Universidad de Washington, Seattle); (los últimos cuatro componentes formaban antes WEST FORNET); y la Biblioteca del Departamento de Interior, Oficina de Manejo de Tierras (Centro Federal de Denver, Colorado).

Una unidad central de FS INFO apoyara operativamente la línea del archivo de citas bibliograficas, coordinara y facilitara toda la planificacion comun a sus centros de

servicio. Esta unidad central se localizará en la Biblioteca Nacional de Agricultura en Betsville, Maryland. Este arreglo deberá ser mutuamente beneficioso para la Biblioteca Nacional de Agricultura y el Servicio Forestal de los Estados Unidos, así como acercará la biblioteca y las funciones de servicio de información de esas dos agencias y eliminará la duplicidad en el procesamiento del material de la biblioteca. Este arreglo permitirá al Servicio Forestal trabajar con la Biblioteca Nacional de Agricultura aplicando nuevas tecnologías a nuestros servicios de información.

La línea computarizada del archivo de citas bibliográficas "FS INFO" consolidará las notas bibliográficas de las publicaciones del Servicio Forestal y otras publicaciones relacionadas con la dasonomía en un archivo computarizado de citas bibliográficas localizables. Se ha realizado un contrato con "Online Computer Library Center, Inc." usando el Sistema de Manejo de Datos Base LS2000, en el cual se depositará nuestro material. El enlace de Data General a este sistema permitirá al personal del Servicio Forestal usar sus terminales Data General para activar la línea computarizada "FS INFO". Este servicio ayudara e instruira al personal, asegurándoles una experiencia agradable de uso. Los usuarios podrán buscar un archivo computarizado de citas bibliográficas, por título, autor, fecha de publicación o palabras claves. Los usuarios podrán identificar un centro de servicio "FS INFO" teniendo el artículo publicado y pedir que este artículo les sea enviado.

Este nuevo concepto establece una memoria rápidamente accesible a trabajos y experiencias de la agencia para ser usados por empleados, cooperadores, otras agencias y otros gobiernos. Tiene el potencial de convertirse nacional e internacionalmente en una fuente reconocida de información relacionada con los recursos naturales. Nuestra red de información extenderá el

alcance de los empleados del Servicio Forestal y otros usuarios de nuestros servicios a información mas allá de los límites de las

publicaciones de la Agencia a través de profesionales "FS INFO" entrenados. Esperamos tener funcionando el "FS INFO" en 1987.

APPENDIX
APENDICE

- A.—Publications of the Institute of Tropical Forestry for 1985-86 and, B. Other publications (* indicates reprints available for distribution).
A.—Publicaciones del Instituto de Dasonomía Tropical durante el 1985-86 y B. Otras publicaciones (* indicación de reimpresos disponibles para divulgación).

A.—1985-86 Institute publications.
Publicaciones del Instituto durante 1985-86.

*Acevedo-Rodríguez, P. and R.O. Woodbury. 1985. Los bejucos de Puerto Rico. General Technical Report SO-58. United States Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana. 331 p.

*Birdsey, R.A., P.L. Weaver, and C.F. Nicholls. 1985. The forest resources of St. Vincent. Pages 35-102 in A.E. Lugo, editor. Development, forestry, and environmental quality in the eastern Caribbean. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Southern Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

*Brown, S.A., A.E. Lugo, and J. Chapman. 1986. Biomass of tropical tree plantations and its implications for the global carbon budget. Canadian Journal of Forest Research 16(2):390-394.

*Diaz, P.L., A.E. Lugo, and W.H. McDowell. 1985. General hydrology and water quality of three rivers in the eastern Caribbean. Pages 11-34 in A.E. Lugo, editor. Development, forestry, and environmental quality in the eastern Caribbean. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Southern Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

Institute of Tropical Forestry. 1985. Training manual for forestry technicians in the Caribbean. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Southern Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

*Jiménez, J.A. and A.E. Lugo. 1985. Avicennia germinans (L.) L. Black mangrove Avicenniaceae verbená family. SO-ITF-SM-4. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Southern Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico. 6 p.

*Liegel, L.H. and A.E. Lugo. 1985. Damage and management of hurricane-prone forests in the Caribbean. Pages 103-122 in A.E. Lugo, editor. Development, forestry, and environmental quality in the eastern Caribbean. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Southern Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

*Lugo, A.E. 1985. Development, forestry, and environmental quality in the eastern Caribbean. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Southern Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico. 165 p.

*Lugo, A.E. 1985. Development, forestry, and environmental quality in the eastern Caribbean. Pages 123-165 in A.E. Lugo, editor. Development, forestry, and environmental quality in the eastern Caribbean. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Southern Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico.

- *Lugo, A.E. 1986. Water and the ecosystems of the Luquillo Experimental Forest. General Technical Report SO-63. United States Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana. 17 p.
- *Lugo, A.E. and P.G. Murphy. 1986. Nutrient dynamics of a Puerto Rican subtropical dry forest. *Journal of Tropical Ecology* 2:55-72.
- *Lugo, A.E., M.J. Sánchez, and S. Brown. 1986. Land use and organic carbon content of some subtropical soils. *Plant and Soil* 96:185-196.
- *Murphy, P.G. and A.E. Lugo. 1986. Structure and biomass of subtropical dry forest in Puerto Rico. *Biotropica* 18(2):89-96.
- *Schubert, T.H. 1985. Arboles para uso urbano en Puerto Rico e Islas Virgenes. United States Forest Service General Technical Report SO-57. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Southern Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico. 87 p. [Translation of: Schubert, T.H. 1979. Trees of urban use in Puerto Rico and the Virgin Islands. United States Forest Service General Technical Report SO-27].
- *Twilley, R.B., A.E. Lugo, and C. Patterson-Zucca. 1986. Litter production and turnover in basin mangrove forests in southwest Florida. *Ecology* 67(3):670-683.
- Uhazy, L.S. and W.J. Arendt. 1986. Pathogenesis associated with philornid myiasis (Diptera: Muscidae) on nestling pearly-eyed thrashers (Aves: Mimidae) in the Luquillo Rain Forest, Puerto Rico. *Journal of Wildlife Diseases* 22(2):224-237.
- Venator, C.R. and L.H. Liegel. 1985. Manual para el funcionamiento de viveros mecanizados para raíces desnudas y viveros semimecanizados con recipientes de volumen menor (130 cc) en el Ecuador. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Programa Nacional Forestal, Ecuador: Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID). 142 p.
- Venator, C.R., L.H. Liegel, and J.P. Barnett. 1985. Bare-root versus container production of pines in the American tropics. In: International symposium on nursery management practices for the Southern pines, August 4-9, 1985, Montgomery, Alabama. Auburn University, Auburn, Alabama.
- *Weaver, P.L. 1986. Hurricane damage and recovery in the montane forests of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science* 22(1-2):53-70.
- *Weaver, P.L. 1986. Growth and age of *Cyrilla racemiflora* L. in montane forests in Puerto Rico. *Interciencia* 11(5):221-228.
- *Weaver, P.L., E. Medina, D. Pool, K. Dugger, J. González-Liboy and E. Cuevas. 1986. Ecological observations in the dwarf cloud forest of the Luquillo Mountains in Puerto Rico. *Biotropica* 18(1):79-85.
- Wiley, J.W. 1985. Status and conservation of tropical forest birds of prey in the West Indies. Pages 199-204 in R. Chancellor and I. Newton, editors. *Conservation studies on raptors*. Technical Publication 5. International Council for Bird Preservation, Cambridge, England.
- Wiley, J.W. 1985. Bird conservation in the United States Caribbean. Pages 107-159 in S.A. Temple, editor. *Bird conservation 2*. University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin.

Wiley, J.W. 1985. The captive programme for the endangered Puerto Rican parrot Amazona vittata. Avicultural Magazine 91:110-116.

B. Other publications available for distribution.
Otras publicaciones disponibles para divulgación.

*Arendt, W.J. 1985. Philornis ectoparasitism of pearly-eyed thrashers. 1. Impact on growth and development of nestlings. Auk 102:270-280.

*Arendt, W.J. 1985. Philornis ectoparasitism of pearly-eyed thrashers. 2. Effects on adults and reproduction. Auk 102:281-292.

*Birdsey, R.A. and P.L. Weaver. 1983. Puerto Rico's timberland. Journal of Forestry 81(10):671-672, 699.

*Briscoe, C.B. 1962. Tree diameter growth in the dry limestone hills. IIF Tropical Forestry Note 12. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico. 2 p.

*Briscoe, C.B. and R.W. Nobles. 1962. Height growth of mahogany seedlings. IIF Tropical Forestry Note 13. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico. 2 p.

*Briscoe, C.B. and R. Ybarra-Coronado. 1971. Increasing growth of established teak. Forest Service Research Note IIF-13. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico. 7 p.

*Brown, S. and A.E. Lugo. 1981. Management and status of United States Commercial Marine Fisheries. Council on Environmental Quality, Washington, D.C. 45 p.

*Brown, S. and A.E. Lugo. 1984. Biomass of tropical forests: a new estimate based on forest volumes. Science 223:1290-1293.

*Chudnoff, M. 1972. Void volume wood: an any-tree-whole tree use concept. Forest Products Journal 22(6):49-53.

*Chudnoff, M., E.D. Maldonado and E. Goytia. 1966. Solar drying of tropical hardwoods. Research Paper IIF-2. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico. 26 p.

*Chudnoff, M. and T.F. Geary. 1973. On the heritability of wood density in Swietenia macrophylla. Turrialba 23(3):359-363.

*Chudnoff, M. and T.F. Geary. 1973. Terminal shoot elongation and cambial growth rhythms in Pinus caribaea. Commonwealth Forestry Review 52(4):317-324.

*Cintron, G., A.E. Lugo and R. Martinez. 1985. Structural and functional properties of mangrove forests. Pages 53-66 in W.G. D'Arcy and M.D. Correa, editors. The botany and natural history of Panama: La botánica e historia natural de Panamá. Monographs in Systematic Botany, V. 10. Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri.

- *Crow, T.R. and P.L. Weaver. 1977. Tree growth in a moist tropical forest of Puerto Rico. Research Paper ITF-22. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico. 17 p.
- *Englerth, G.H. 1959. Air drying conditions for lumber in the San Juan area, Puerto Rico. Tropical Forestry Note 1. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico. 2 p.
- *Englerth, G.H. and E.D. Maldonado. 1961. Bamboo for fence posts. Tropical Forestry Note 6. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico. 2 p.
- *Faaborg, J., W.J. Arendt and M.S. Kaiser. 1984. Rainfall correlates of bird population fluctuations in a Puerto Rican dry forest: a nine year study. *Wilson Bulletin* 96(4):575-593.
- *Figueroa, J.C., L. Totti, A.E. Lugo and R.O. Woodbury. 1984. Structure and composition of moist coastal forests in Dorado, Puerto Rico. United States Forest Service Research Paper SO-202. United States Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experimental Station, Institute of Tropical Forestry, New Orleans, Louisiana. 11 p.
- *Forest Service, Timber Management Research, United States Department of Agriculture. 1986. Directory of tropical silviculturists. Published by the United States Department of Agriculture, Forest Service for North American Forestry Commission, Washington, D.C. 71 p.
- *Geary, T.F., H. Barres and R. Ybarra-Coronado. 1973. Seed source variation in Puerto Rico and Virgin Islands grown mahoganies. United States Forest Service Research Paper ITF-17. United States Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico. 24 p.
- *Jiménez, J.A. 1985. Rhizophora mangle L.-Red mangrove. SO-ITF-SM-2. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana. 7 p.
- *Jiménez, J.A. 1985. Laguncularia racemosa (L.) Gaertn.f. - White mangrove. SO-ITF-SM-3. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana. 4 p.
- *Ledig, F.T. and J.L. Whitmore. 1981. The calculation of selection differential and selection intensity to predict gain in a tree improvement program for plantation-grown Honduras pine in Puerto Rico. United States Forest Service Research Paper SO-170. United States Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico. 7 p.
- *Liegel, L.H. 1984. Assessment of hurricane rain/wind damage in Pinus caribaea and Pinus oocarpa provenance trials in Puerto Rico. *Commonwealth Forestry Review* 63(1):47-53.
- *Liegel, L.H. 1984. Effects of adding magnesium nitrate before dry-ashing on phosphorus in Honduras pine foliage. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 68(2):219-221.
- *Liegel, L.H. 1984. Results of 5- to 6-year-old provenance trials of Pinus oocarpa Schiede on eight sites in Puerto Rico. *Silvae Genetica* 33(6):223-230.

- *Liegel, L.H. 1984. Status, growth, and development of unthinned Honduras pine plantations in Puerto Rico. *Turrialba* 34(3):313-324.
- *Liegel, L.H. 1985. Growth, form, and flowering of Caribbean pine families in Puerto Rico. *Commonwealth Forestry Review* 64(1):67-74.
- *Liegel, L.H., W.E. Balmer and G.W. Ryan. 1985. Honduras pine spacing trial results in Puerto Rico. *Southern Journal of Applied Forestry* 9(2):69-75.
- *Liegel, L.H., R. Jones, G. Symes, B. Ramdial and J.J. Cabrera Malo. 1985. US-AID supports study of Honduras pine in the Caribbean. *Journal of Forestry* 83(6):376-377.
- *Little, E.L., Jr. and R.O. Woodbury. 1976. Trees of the Caribbean National Forest. Forest Service Research Paper ITF-20. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico. 27 p.
- *Little, E.L., Jr., R.O. Woodbury and F.H. Wadsworth. 1976. Flora of Virgin Gorda (British Virgin Islands). United States Forest Service Research Paper ITF-21. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico. 36 p.
- *Longwood, F.R. 1962. Present and potential commercial timbers of the Caribbean with special references to the West Indies, the Guianas, and British Honduras. Agriculture Handbook 207. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico.
- *Lugo, A.E. 1981. The inland mangroves of Inagua. *Journal of Natural History* 15:845-852.
- *Lugo, A.E. 1984. A review of early literature on forested wetlands in the United States. Pages 7-15 in K.C. Ewel and H.T. Odum, editors. *Cypress swamps*. University of Florida Press, Gainesville, Florida.
- *Lugo, A.E. 1985. An introduction to the forests of Puerto Rico. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Southern Forest Experiment Station, Río Piedras, Puerto Rico. 20 p.
- *Lugo, A.E. 1985. Countering the effects of tropical deforestation with modern technology. Pages 289-297 in R.R. Henke, K.W. Hughes, M.P. Constantin, and A. Hollaender, editors. *Tissue culture in forestry and agriculture*. Plenum Publishing Corporation, New York, New York.
- *Lugo, A.E. and S. Brown. 1980. Tropical forest ecosystems: sources or sinks of atmospheric carbon. *Unasylva* 32(129):8-13.
- *Lugo, A.E. and J. Figueroa. 1984. *Anthocephalus chinensis* (Lam.) A. Rich. ex Walp. Kadam. SO-ITF-SM-1. United States Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana. 6 p.
- *Lugo, A.E. and S. Brown. 1984. Structure and function of other swamps in eastern North America. Pages 365-373 in K.C. Ewel and H.T. Odum, editors. *Cypress swamps*. University of Florida Press, Gainesville, Florida.

- *Lugo, A.E., J.K. Nessel and T.M. Hanlon. 1984. Root distribution in a north-central Florida cypress stand. Pages 279-285 in K.C. Ewel and Howard T. Odum, editors. Cypress swamps. University of Florida Press, Gainesville, Florida.
- *Lugo, A.E. and J. Figueroa. 1985. Performance of Anthocephalus chinensis in Puerto Rico. Canadian Journal of Forest Research 15:577-585.
- *Maldonado, E.D. 1961. Peladora de postes de cadena ajustada. Forest Service Research Paper ITF-8. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico.
- *Maldonado, E.D. 1962. Solar radiation used to dry mahogany lumber in Puerto Rico. Tropical Forest Note ITF-4. United States Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico. 5 p.
- *Mosquera, M. and J. Feheley (comps.). 1984. Bibliography of forestry in Puerto Rico. United States Forest Service General Technical Report SO-51. United States Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico. 196 p.
- *Nobles, R.W. and C.B. Briscoe. 1966. Height growth of mahogany seedlings. Forest Service Research Note ITF-10. United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico. 3 p.
- *Tosi, J.A., Jr. and L.L. Vélez-Rodríguez. 1983. Provisional ecological map of the Republic of Brazil. United States Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station; United States Department of Energy, Río Piedras, Puerto Rico. 16 p.
- *Venator, C.R. 1976. A mutant Pinus caribaea var. hondurensis seedling incapable of developing normal secondary needles. Turrialba 26(1):98-99.
- *Venator, C.R. 1976. Natural selection for drought resistance in Pinus caribaea Morelet. Turrialba 26(4):381-387.
- *Venator, C.R. 1977. Formation of root storage organs and sprouts in Pinus oocarpa seedlings. Turrialba 27(1):41-45.
- *Venator, C.R. and J.A. Zambrana. 1975. Extraction and germination of kadam seed. United States Forest Service Research Note-14A. (Revised). United States Department of Agriculture, Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico.
- *Venator, C.R., C.D. Howes and L. Telek. 1977. Chlorophyll and carotenoid contents of Pinus caribaea seedlings and inferences for adaptability. Turrialba 27(2):169-173.
- *Venator, C.R., J.E. Muñoz and N.F. Barros. 1977. Root immersion in water: a promising method for successful bare-root planting of Honduras pine. Turrialba 27(3):287-291.
- *Whitmore, J.L. 1972. Pinus merkusii unsuitable for plantations in Puerto Rico. Turrialba 22(3):351-353.
- *Whitmore, J.L. 1978. Cedrela provenance trial in Puerto Rico and St. Croix: establishment phase. United States Forest Service Research Note ITF-16. United States Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico. 11 p.

- *Whitmore, J.L. 1978. Bibliography on Eucalyptus deglupta Bl. United States Forest Service Research Note ITF-17. United States Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico. 18 p.
- *Whitmore, J.L. and G. Hinojosa. 1977. Mahogany (Swietenia) hybrids. United States Forest Service Research Paper ITF-23. United States Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico. 8 p.
- *Woodbury, R.O. and E.L. Little, Jr. 1976. Flora of Buck Island Reef National Monument (U.S. Virgin Islands). United States Forest Service Research Paper ITF-19. United States Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, Puerto Rico. 27 p.

Table 1. Activities Institute staff participated in during FY 1985-86.

Commonwealth of Puerto Rico	National	International
<ul style="list-style-type: none"> -Conducted field trips for the Puerto Rico Natural History Society to the Luquillo Experimental Forest and the Guanica State Forest to demonstrate techniques and importance of banding studies in the research and management of rainforest and dry forest birds respectively. -Conducted a wildlife training course and field trip to the Luquillo Experimental Forest for the University of Puerto Rico. -Presented results from field and laboratory studies on <u>Philornis</u> ectoparasitism of the Pearly-eyed thrasher at the Puerto Rican Ornithological Society Symposium. -Presented talk on the reproductive ecology of the Pearly-eyed thrasher for the Puerto Rican Natural History Society. -Lectured on tropical birds and rainforests to Earthwatch group on Culebra Island. -Advised the Science Teachers' Association of Puerto Rico. -Gave ecology training to high school science teachers. 	<ul style="list-style-type: none"> -Hosted avian ethologist from Cornell University. -Lectured on tropical forestry to Tropical Resources Institute, Yale University. -Lectured to graduate students Pennsylvania State University. -Participated in the making of a film on tropical ecology/forestry with professor from Iowa State University and from Michigan State University. -Hosted professor/writer regarding the Puerto Rican Parrot Recovery Project from Pacific Lutheran University. -Advised Yale University's Tropical Research Institute's graduate students in relation to their projects. -Reviewed papers for national journals and granting agencies. -Attended Project Leaders' Meeting of the U.S. Forest Service's Southern Forest Experiment Station held in Mississippi. 	<ul style="list-style-type: none"> -Conducted training course in neotropical wildlife for 6 visiting foresters and game wardens from Trinidad and Tobago. -Presented paper at the XIX World Congress of the International Council for Bird Preservation in Kingston, Ontario, Canada. -Attended Caribbean Development Bank meetings regarding forestry sector development in 16 countries, held in Barbados. -Attended combined IV International Congress of Ecology, 71st Annual Meeting of the Ecological Society of America and 5th Meeting of the International Society of Ecological Modelling held at State University of New York, Syracuse University, Syracuse, New York. -Trained 9 Guadeloupe foresters. -Participated in meeting of FAO North American Forestry Commission. -Participated in meeting of Caribbean Conservation Association.

Table 1. (cont'd.)

Commonwealth of Puerto Rico	National	International
-Advised high school students on science projects for fairs and classes.	-Attended Man and the Biosphere-USA National Committee in Washington, DC.	-Presided at Conference on Management of Forests of Tropical America held at San Juan, Puerto Rico.
-Lectured on tropical forestry at Cayey High School, Toa Alta High School, Antilles Middle School and the Puerto Rico Natural History Society.	-Attended Wetlands Technical Council Meeting in Washington, DC.	-Conducted field trips to participants of the Conference on Management of Forests of Tropical America to high elevation forests, dry forests, plantations, permanent plots and a sawmill.
-Gave training in tropical forests and forestry to Guides for Caribbean National Forest Nature Counsellors, Boy Scouts of America.	-Presented paper at the National Forum on Biodiversity in Washington, DC.	-Lectured on secondary forestry at Centro Agronomico Tropical de Investigacion (CATIE), Turrialba, Costa Rica.
-Participated in workshop on Environmental Impact Assessments, Puerto Rico Environmental Quality Board.		-Editor of ISTF News (International Society of Tropical Foresters).
-Participated in Seminar on Island Biology at Interamerican University of Puerto Rico.		-Member of editorial board of various international journals.
-Prepared forestry recommendations for Puerto Rico Department of Natural Resources.		-Presented paper on comparison of fresh and saltwater ecosystems at symposium sponsored by Unesco and the American Society of Limnology and Oceanography at Nairobi, Kenya.
-Presented paper at Puerto Rico Department of Natural Resources Symposium.		-Participated in workshop on pesticide use in the Caribbean sponsored by Unesco-MAB in St. Lucia.
-Presented material at Puerto Rican Parrot Recovery Project Meeting.		
-Conducted wildlife training course and field trip to the Luquillo Experimental Forest for the University of Puerto Rico.		

Table 1. (cont'd.)

Commonwealth of Puerto Rico	National	International
<ul style="list-style-type: none"> -Presented paper at Third Island Ecology Symposium sponsored by Interamerican University of Puerto Rico. -Gave various special consultations to the Puerto Rico Department of Natural Resources. -Judged science fairs and high school science congress for the Commonwealth government. -Advised the Center for Energy and Environment Research on research direction and priorities. -Attended Science Teachers' Science Congress. -Lectured to undergraduate biology students at University of Puerto Rico. -Gave short course on research techniques for science teachers at the University of Puerto Rico. 		<ul style="list-style-type: none"> -Taught a course on water management in Spain. -Attended a professors' meeting in Zaragoza, Spain. -Attended Third Caribbean Foresters' Workshop in Guadeloupe. -Judged at International Science Fair at Forth Worth, Texas. -Attended International Union for Conservation of Nature (IUCN) Commission on Ecology meeting at Syracuse, New York. -Presented papers at INTECOL-ESA Ecological Congress at Syracuse, New York. -Attended meeting of th editioial board of the U.S. National Park Service on the U.S. AID-Winrock Company project on management of tropical ecosystems in Washington, DC. -Attended MAB-USA Executive Committee Meeting.

Table 2. Committees or delegations with Institute staff participation. Chairmanship by Institute staff is indicated by (*).

Commonwealth of Puerto Rico	National	International
-Advisory Committee, Puerto Rico Conservation Trust	-Member, Puerto Rican Parrot Recovery Team	-Silviculture Study Group, North American Forestry Commission*
-President, Natural History Society of Puerto Rico*	-Board member, American Forestry Association	-Vice-President, Caribbean Conservation Association
-Greater San Juan Committee (landscaping counsel)	-Member, Puerto Rican Parrot Inter-agency Working Group	-Scientific Advisory Committee to the Unesco MAB Program in Paris, France
-Member, Science Subcommittee on parrot research	-Coordination Committee on the Puerto Rican Parrot	-Member, International Union of Biological Science Tropical Diversity Group
-Member, Puerto rican Ornithological Society "Rare Species" Committee	-National Technical Wetlands Council	-International Union for the Conservation of Nature (IUCN) Commission on Ecology Tropical Forest Working Group on the Mangrove Forest Working Group
-Senior Science Advisory Committee of the President of the University of Puerto Rico*	-U.S. Man and the Biosphere Program	
-Jobos National Estuarine Sanctuary Management and Scientific Committee	-Directorate on Tropical Forests*	
	-Directorate on Caribbean Islands	-Research Committee of the FAO Latin American Forestry Commission*
-Sea Grant Program Advisory Committee of the University of Puerto Rico		
-Center for Energy and Environment Research Senior Advisory Committee*		
-Vieques Land Management Advisory Committee to the U.S. Navy		

Table 3. Visitors to the Institute of Tropical Forestry

John E. Alcock USDA Forest Service Region 8 Atlanta, Georgia	Juanita Bunch USDA Forest Service Southern Forest Experiment Station New Orleans, Louisiana
Clyde Asbury Center for Energy and Environment Research Rio Piedras, Puerto Rico	James Burchfield AID Training University of Michigan Ann Arbor, Michigan
Marilyn Atherly University of West Indies Trinidad	Thomas Butynski World Wildlife Fund Uganda
John Bachtel U.S. Peace Corps St. Vincent, West Indies	Pedro Campos Puerto Rico Department of Natural Resources San Juan, Puerto Rico
Charles A. Bergman Pacific Lutheran University Tacoma, Washington	Derbs Carter, Jr. Southeastern Natural Resources Center National Wildlife Federation Atlanta, Georgia
Albert Bokkestijn Agricultural University Department of Silviculture Wageningen, The Netherlands	Robert Cook Fish and Wildlife Service Atlanta, Georgia
Juan A. Bonnet Center for Energy and Environment Research Rio Piedras, Puerto Rico	Alan Covich Zoology Department University of Oklahoma Norman, Oklahoma
Santiago Botero Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy	Lee Cromley USDA Forest Service Timber Management, R-8 Atlanta, Georgia
Susan Branham USDA Forest Service Southern Forest Experiment Station New Orleans, Louisiana	Ronnie DeCamino Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Ensenanza Turrialba, Costa Rica
Mark Brinson Department of Biology East Carolina University Greenville, North Carolina	Gonzalo de las Salas Bogota, Colombia
Sandra Brown Department of Forestry University of Illinois Urbana, Illinois	G. DeMilde Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy

Table 2. (cont'd.)

Commonwealth of Puerto Rico	National	International
-Graduate student committees for students of the University of Puerto Rico and the University of Puerto Rico at Mayaguez		

Table 3. (cont'd.)

Thomas H. Ellis
USDA Forest Service
Southern Forest Experiment Station
New Orleans, Louisiana

Stephen T. Emlen
Cornell University
Ithaca, New York

Eveline Fabo
Barranquitas, Puerto Rico

Ned Fetcher
Biology Department
University of Puerto Rico
Rio Piedras, Puerto Rico

Thomas F. Geary
USDA Forest Service
Forestry Support Program
Washington, D.C.

Lee Gjovik
USDA Forest Service
Forest Products Laboratory
Madison, Wisconsin

James Granskog
USDA Forest Service
Southern Forest Experiment Station
New Orleans, Louisiana

David Harcharik
USDA Forest Service
International Forestry
Washington, D.C.

George Harpole
USDA Forest Service
Forest Products Laboratory
Madison, Wisconsin

Ann M. Haynes
Ministry of Agriculture
Forestry Division
Kingston, Jamaica

Janet Hohn
Patuxent Wildlife Research Center
Fish and Wildlife Service
Laurel, Maryland

Felix J. Hernandez Otero
Nicaragua

Keith Hess
Port-au-Prince, Haiti

Douglas Hodge
USDA Forest Service
Southern Forest Experiment Station
New Orleans, Louisiana

Charles Hodges
USDA Forest Service
Forest Insect and Disease Research
Washington, D.C.

Hosted Htay Win
Burma

LeRoy Jones
USDA Forest Service
State and Private Forestry
Atlanta, Georgia

Patrick Kangas
Eastern Michigan University
Ypsilanti, Michigan

Joseph Kasile
Iowa State University
Ames, Iowa

Katheryn King
Ann Arbor, Michigan

Stoeger Klaus
Chetumal, Q. Roo, Mexico

Douglas Knudsen
U.S.-AID
Multiple-Purpose Tree Project
Santo Domingo, Dominican Republic

Stanley Krugman
USDA Forest Service
Timber Management Research
Washington, D.C.

James Laundrie
USDA Forest Service
Forest Products Laboratory
Madison, Wisconsin

Table 3. (cont'd.)

Francisco Lemus Lanuza
CORFOF
Managua, Nicaragua

Michael Lennartz
USDA Forest Service
Department of Forestry
Clemson University
Clemson, South Carolina

Leon H. Liegel
USDA Forest Service
Corvallis, Oregon

Ronald Lindmark
USDA Forest Service
Forest Environment Research
Washington, D.C.

Frank M. McCormick
University of Tennessee
Knoxville, Tennessee

Pedro Miranda
Colegio de Arquitectos de
Puerto Rico
Hato Rey, Puerto Rico

Robert Mohlenbrock
Department of Botany
Southern Illinois University
Carbondale, Illinois

Henry Montrey
USDA Forest Service
Forest Product Laboratory
Madison, Wisconsin

Shirley Moore
USDA Forest Service
Research Staff
Washington, D.C.

Jorge A. Moreno
Puerto Rico Department of
Natural Resources
San Juan, Puerto Rico

Peter Murphy
Department of Botany and
Plant Pathology
East Lansing, Michigan

Leonard Newell
USDA Forest Service
Honolulu, Hawaii

William Penoyar
USDA Forest Service
Cooperative Forestry
Washington, D.C.

Fernando Quinones
U.S. Geological Survey
San Juan, Puerto Rico

Hans Joachin Rosel
Instituto Superior de Agricultura
Santiago de los Caballeros
Dominican Republic

Eldon Ross
USDA Forest Service
Washington, D.C.

Blanca Ruiz
Puerto Rico Department of
Natural Resources
Forest Service
San Juan, Puerto Rico

Constance Rutherford
U.S. Peace Corps
Port-au-Prince, Haiti

Rodolfo Salazar
Centro Agonomico Tropical de
Investigacion y Ensenanza
Turrialba, Costa Rica

Carl Sandor
National Aeronautics and
Space Administration
Lyndon B. Johnson Space Center
Houston, Texas

Table 3. (cont'd.)

Walter Schrader
Environmental Consultancy
Schrader Inc.
Rock Hill, South Carolina

Robert P. Schultz
USDA Forest Service
Southern Forest Experiment Station
New Orleans, Louisiana

Jerry Sesco
USDA Forest Service
Southeastern Forest Experiment
Station
Asheville, North Carolina

Asse Seubring
Wageningen, The Netherlands

John Sherar
USDA Forest Service
Region 8
Atlanta, Georgia

William Siegel
USDA Forest Service
Southern Forest Experiment Station
New Orleans, Louisiana

Robert Simeone
Des Plaines, Illinois

Michiel Paul Smits
Wageningen, The Netherlands

Laura Snook
Xalapa, Veracruz, Mexico

Annabelle Stockton de Dod
Ornithological Society
Santo Domingo, Dominican Republic

Karl E. Stoneking
USDA Forest Service
Timber Management, R-8
Atlanta, Georgia

Elsa Torres
Barranquitas, Puerto Rico

David Trauger
Patuxent Wildlife Research Center
Fish and Wildlife Service
Laurel, Maryland

Michael Underwood
AVI, SCI, Inc.
Okemos, Michigan

Tomas A. Vargas Mora
Department of Agriculture
Wildlife Division
Santo Domingo, Dominican Republic

Manuel Velez
University of Puerto Rico
Biology Department
Rio Piedras, Puerto Rico

Charles Venator
USDA Forest Service
Mexico City, Mexico

Ana M. Vera
Brookline, Massachusetts

Jose Vivaldi
Puerto Rico Department of
Natural Resources
San Juan, Puerto Rico

Werner G.K. Voeth
Caribbean Development Bank
Barbados

Robert Waide
Center for Energy and
Environment Research
Rio Piedras, Puerto Rico

James Webb
USDA Forest Service
Administration
Washington, D.C.

Gary Wetterberg
USDA Forest Service
Forestry Support Program
Washington, D.C.

Table 3. (cont'd.)

Max Wexler
National Wildlife Federation
Washington, D.C.

★ U.S. GOVERNMENT PRINTING OFFICE: 1987 - 761 - 086 / 60035

Please note our new postal address. Publications request should be addressed to:

Favor de notar el cambio en la direccion postal. Pedidos de las publicaciones disponibles deben ser dirigidos a:

Southern Forest Experiment Station
USDA Forest Service
Institute of Tropical Forestry
Call Box 25000
Rio Piedras, Puerto Rico 00928-2500

Our regulations require that our mailing list be updated annually. IF ANY CORRECTION OF YOUR ADDRESS IS NECESSARY, PLEASE INDICATE BOTH YOUR CURRENT AND PREVIOUS ADDRESS AS OUR ADDRESSES ARE FILED BY GEOGRAPHICAL LOCATION.

* * *

Nuestros reglamentos requieren que la lista de distribucion sea revisada anualmente. DE SER NECESARIO CORREGIR SU DIRECCION, FAVOR DE INDICARNOS TANTO SU DIRECCION ACTUAL COMO LA ANTERIOR DEBIDO A QUE NUESTRAS DIRECCIONES SON ARCHIVADAS POR LOCALIZACION GEOGRAFICA.

Current address

Previous address
